

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Я. И. ШЕФТЕР, И. В. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ



Ветронасосные и ветроэлектрические агрегаты



ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС». МОСКВА — 1967

От издательства

В настоящей книге подробно описаны устройство, монтаж, эксплуатация и ремонт ветроагрегатов, рекомендованы способы изготовления самодельных ветроэлектрических и ветронасосных установок.

Книга предназначена для механизаторов, занимающихся монтажом, эксплуатацией и ремонтом ветроагрегатов.

Главы 3, 14, 16, 21 и 23 написаны канд. техн. наук И. В. Рождественским, главы 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22, и 24 — канд. техн. наук Я. И. Шефтером, остальные главы — канд. техн. наук Я. И. Шефтером и канд. техн. наук И. В. Рождественским.

Замечания о книге просим направлять по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

Введение

Использование энергии ветра — задача большой важности. При помощи этой энергии механизмируют многие трудоемкие процессы в сельском хозяйстве: подъем воды, размол зерна, резку грубых кормов и др. Открываются большие перспективы для более широкого использования ветроагрегатов на пастбищах, скотопрогонных трассах, удаленных фермах, где ветер является по существу единственным и притом самым дешевым источником энергии для механизации подъема воды, освещения кошар, чабанских пунктов, полевых станков тракторных бригад, орошения и осушения небольших земельных участков.

Ветронасосные агрегаты нашли распространение в сельском хозяйстве многих областей и краев страны, особенно в УССР, Краснодарском крае, Омской области и др.

В последние годы значительно расширилось использование ветронасосных агрегатов в колхозах и совхозах Астраханской области, в которой только в 1961—1964 гг. установлено и работает около 500 ветродвигателей. Широко применяют ветроводоподъемники на пастбищах и скотопрогонных трассах Калмыцкой АССР, во многих совхозах Туркменской ССР, Казахской ССР и др.

Первые отечественные ветродвигатели были созданы около 30 лет тому назад. В послевоенные годы выпущено несколько десятков тысяч тихоходных ветродвигателей ТВ-5, ТВ-8, ТВМ-8 и УДВ-8 и быстроходных двигателей Д-12, а также некоторое количество машин других марок (ДДК-4, 2УНДИМ Д-10 и др.).

В настоящее время промышленность производит ветроводоподъемники ВП-3М, ветронасосные установки ВВ-3, ветроэлектрические зарядные агрегаты АВЭС-0,1 (ВЭ-2М) и ветроводоподъемники ВВУ-3.

Опыт многих колхозов и совхозов показывает, что годовые расходы по эксплуатации ветроагрегатов в 1,5—2 раза меньше

Конструкция и монтаж ветроагрегатов

ГЛАВА 1 Краткие сведения об энергии ветра и характеристиках ветродвигателей. Агрегатирование ветродвигателей с водоподъемниками

СКОРОСТЬ И ЭНЕРГИЯ ВЕТРА

Ветер характеризуется скоростью и направлением. Скорость ветра выражается длиной пути, который проходят частицы движущихся воздушных масс за 1 сек. Она измеряется в метрах в секунду (м/сек) и обычно обозначается латинской буквой V (вэ). Скорость ветра является одной из основных характеристик воздушного потока, так как определяет его энергию. Чем больше скорость ветра, тем больше и энергия, заключенная в потоке.

Для измерения скорости ветра применяются специальные приборы: флюгеры, анемометры и др.

Секундная энергия, или мощность потока, пропорциональна кубу скорости, т. е. если скорость ветра увеличилась, например, в 2 раза, то энергия воздушного потока возрастает в $2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ раз. Мощность, развиваемая ветродвигателем, изменяется также пропорционально квадрату диаметра ветроколеса, т. е. при увеличении диаметра в 2 раза мощность при той же скорости ветра увеличивается в 4 раза.

ПРИНЦИП РАБОТЫ КРЫЛЬЧАТОГО ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Крыльчатые ветродвигатели работают благодаря аэродинамическим силам, возникающим на лопастях ветроколеса при набегающем на них воздушном потоке.

Чтобы лучше использовать энергию ветра, т. е. получить большую мощность, крыльям придают обтекаемые, аэродинамические профили, а углы заклинивания делают переменными вдоль лопасти (на конце меньше, а ближе к валу больше).

Крыло состоит из трех основных узлов: лопасти 1 (рис. 1), маха 2, с помощью которого оно скрепляется со ступицей 3. Угол, который составляет лопасть с плоскостью вращения ветроколеса,

расходов по использованию тепловых двигателей. Например, по данным совхоза «Бахарден» Туркменской ССР, себестоимость 1 м³ воды при подъеме ее кавгой на верблюжьей тяге составляет 45 коп., ленточным водоподъемником с приводом от стационарного теплового двигателя — 68 коп., а ветроводоподъемником — 18 коп. при сезонном использовании и почти в 2 раза меньше при круглогодичной работе ветродвигателя.

Средства, вкладываемые в механизацию подъема воды на пастбищах с помощью ветродвигателей, окупаются обычно за 1—2 года. В колхозе «Путь к коммунизму» Владимировского района Астраханской области, которому принадлежит почти 100 тыс. га земельных угодий, работает более 40 ветроустановок различных типов. С их помощью хозяйство решило задачу механизации подъема воды для нескольких десятков тысяч голов скота и птицы. Применение ветроводоподъемных агрегатов на пастбищах способствовало укрупнению отар овец, уменьшению числа чабанов и высвобождению нескольких десятков быков и верблюдов, которые раньше работали на подъеме воды. В результате этого экономится около 7,0 тыс. руб. в год.

Там, где эксплуатация ветродвигателей налажена хорошо, они работают надежно и безаварийно по 10—15 и более лет.

Опыт, однако, показывает, что часто ветроагрегаты эксплуатируются неправильно. В некоторых хозяйствах допускают серьезные дефекты при монтаже двигателей, нарушают сроки и правила технического ухода и ремонта. Основная причина этого — недостаточное знание механизаторами правил монтажа, эксплуатации и ремонта ветродвигателей, а также агрегатирования их с рабочими машинами.

Цель настоящей книги — помочь механизаторам сельского хозяйства, механикам, обслуживающим ветроагрегаты, качественно выполнять монтаж, правильно эксплуатировать двигатели и оборудование насосных и электрозарядных установок, организовать их техническое обслуживание и ремонт, а также ознакомить читателя с передовым опытом использования ветроустановок.

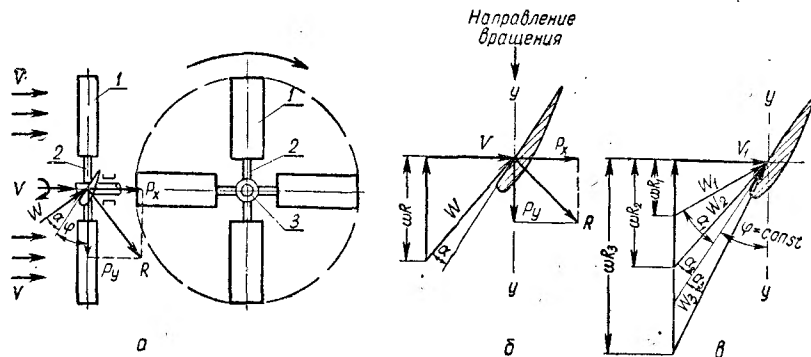


Рис. 1. Крыльчатое ветроколесо:

а — схема колеса; б — схема действия сил воздушного потока, набегающего на элемент работающей лопасти; в — графическое изображение потока, набегающего на элементы лопасти; 1 — лопасть; 2 — мах; 3 — ступица.

называется углом заклинения и обозначается греческой буквой ϕ (фи). Углы, под которыми ветер набегае на элементы лопасти, обозначаются греческой буквой α (альфа) и называются углами атаки. Если бы ветроколесо было неподвижным, то направление потока, набегающего на лопасть, совпадало с направлением ветра (т. е. со стрелкой V). Но так как ветроколесо вращается, каждый элемент лопасти имеет определенную окружную скорость, которая тем больше, чем дальше отстоит элемент от оси ветроколеса. Направление этой скорости совпадает с плоскостью вращения ветроколеса (стрелка ωR). Таким образом, поток обдувает элементы лопасти с какой-то скоростью, складывающейся из скоростей V и ωR . Эта скорость получила название относительной скорости потока и обозначается латинской буквой W (дубль вэ).

Для каждого элемента лопасти эта скорость имеет свою величину и набегае под разными углами α . Так как наилучший режим работы крыльчатого ветродвигателя будет только при определенных углах атаки, то углы заклинения ϕ необходимо делать переменными по длине лопасти.

На рисунке 1 подъемная сила обозначена через P_y , а сила сопротивления — P_x . Сила P_x создает лобовое давление на ветроколесо.

Следует иметь в виду, что если лопасти выполнены одинакового качества и профиля, то мощность ветродвигателя практически очень мало зависит от числа лопастей. Мощность ветродвигателя определяется произведением развиваемого двигателем вращающего момента M на угловую скорость ω :

$$N = M \cdot \omega, \text{ кгм/сек.}$$

Величина момента с уменьшением числа лопастей снижается, но примерно в той же пропорции возрастает число оборотов, т. е. угловая скорость, поэтому мощность остается почти постоянной.

Кроме двигателей крыльчатого типа, известны карусельные, роторные и барабанные ветродвигатели, но ввиду малой эффективности (коэффициент использования энергии ветра у этих ветродвигателей не превышает 0,18), громоздкости и тихоходности они не применяются.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Наиболее важными характеристиками ветродвигателя являются развиваемая мощность N , рабочий момент M , начальный момент M_0 , коэффициент использования энергии ветра ξ , быстроходность Z и коэффициент полезного действия агрегата.

Число, показывающее, какая часть мощности воздушного потока полезно используется ветроколесом, называется коэффициентом использования энергии ветра и обозначается греческой буквой ξ (кси). Мощность (в лошадиных силах) ветродвигателя на валу ветроколеса, то есть без учета потерь в передачах и подшипниках, может быть подсчитана по формуле:

$$N_{\text{вк}} = \frac{\rho V^3 \cdot F \cdot \xi}{2 \cdot 75} \text{ л. с.,}$$

где $\rho = \frac{\gamma}{g}$ — массовая плотность воздуха, равная при температуре 15° и давлении 760 мм рт. ст. $0,125 \text{ кг сек}^2/\text{м}^4$ (g — ускорение земного тяготения $9,81 \text{ м/сек}^2$);

$F = \frac{\pi D^2}{4}$ — ометаемая ветроколесом поверхность, м^2 (D — диаметр ветроколеса, м).

Для нормальных условий, т. е. при температуре 15° и давлении 760 мм рт. ст., мощность может рассчитываться по упрощенной формуле:

$$N_{\text{вк}} = \frac{V^3 \cdot D^2 \cdot \xi}{1530} \text{ л. с.,}$$

или

$$N_{\text{вк}} = \frac{V^3 \cdot D^2 \cdot \xi}{2080} \text{ квт.}$$

Величина коэффициента использования энергии ветра ξ прежде всего зависит от типа ветродвигателя, формы его крыльев и качества их изготовления.

Для лучших быстроходных ветродвигателей, имеющих крылья обтекаемого аэродинамического профиля, $\xi =$ от 0,42 до 0,46.

Это означает, что ветроколеса таких двигателей могут полезно использовать, т. е. превращать в механическую работу, 42—46% энергии, которой обладает ветровой поток, проходящий через ветроколесо. Для тихоходных ветродвигателей значения ξ могут быть в пределах 0,27—0,33. Крыльчатые двигатели делятся на быстроходные (малолопастные) с числом лопастей до 4 и тихоходные (многолопастные), имеющие от 4 до 24 лопастей, а в некоторых случаях и больше.

Чем меньше число лопастей, тем при прочих равных условиях ветроколесо имеет большее число оборотов. Вот почему малолопастные ветродвигатели называются быстроходными. Быстроходность является одним из значительных преимуществ этих ветродвигателей, так как делает более простой передачу мощности к таким быстроходным машинам, как, например, электрический генератор. Кроме того, быстроходные ветродвигатели обычно легче тихоходных, и, как указывалось выше, имеют более высокий коэффициент использования энергии ветра. Однако у них имеется и недостаток, заключающийся в том, что их начальный момент трогания, т. е. вращающий момент, развиваемый на неподвижном ветроколесе, при одинаковых диаметрах ветроколес и скорости ветра в несколько раз меньше, чем у тихоходных ветродвигателей.

В приложении 1 даны аэродинамические характеристики трех- и восемнадцатиллопастного ветроколеса одинакового диаметра. На графике по горизонтальной оси отложена величина быстроходности Z ветроколеса. Она определяется отношением окружной скорости ωR конца лопасти к скорости V ветра. По вертикальной оси отложены значения коэффициентов использования энергии ветра и относительных вращающих моментов $\bar{M}$.

Чтобы получить величину действительного вращающего момента, надо $\bar{M}$ умножить на $0,2 R^3 V^2$.

Наибольший коэффициент использования энергии ветра колесо имеет лишь при определенной быстроходности, т. е. для каждой скорости ветра имеется одно единственное число оборотов, при котором получают наибольшее значение коэффициента. При одинаковой скорости ветра тихоходное ветроколесо имеет в несколько раз больший момент, чем быстроходное, и, следовательно, будет начинать работать в случае одинаковой нагрузки при меньших скоростях ветра, что очень важно для эксплуатации, так как увеличивается продолжительность работы ветродвигателя.

Механический коэффициент полезного действия (к. п. д.) ветродвигателя $\eta_{\text{мех}}$, обозначаемый греческой буквой «эта», показывает, какую часть мощности, развиваемой ветроколесом, можно полезно использовать для работы насоса, генератора или другой машины. Он как бы отражает механическое (конструктивное) совершенство машины, точность

ее изготовления. Обычно механический к. п. д. ветродвигателей составляет 0,75—0,85.

Если механический к. п. д. умножить на коэффициент полезного действия насоса (генератора), то получают общий к. п. д. ($\eta_{\text{общ}}$) агрегата. При оптимальных режимах работы наибольшее значение общего к. п. д. насосных установок составляет 0,4—0,5, а у ветроэлектрических агрегатов доходит до 0,65—0,75.

Чтобы подсчитать мощность N_n , необходимую для подъема воды насосом, пользуются зависимостью

$$N_n = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta_n} \text{ л. с.},$$

где Q — производительность насоса, л/сек;

H — полный напор, м, с которым работает насос;

η_n — к. п. д. насоса (водоподъемника).

При подъеме воды с глубины до 30 м можно принимать: для поршневого насоса $\eta_n = 0,7—0,8$, для пневматического 0,4—0,55, для центробежного электрического 0,3—0,35 и для ленточного водоподъемника 0,17—0,22.

СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

При увеличении скорости ветра мощность, развиваемая ветродвигателем, растет, поэтому, чтобы двигатель не перегружался, необходимо каким-то способом ограничить эту мощность. Кроме того, если бы допустить неограниченное возрастание мощности, то при холостом ходе или небольшой нагрузке и при больших скоростях ветра чрезмерно возрастает число оборотов ветроколеса, что небезопасно по условиям прочности.

Чтобы при увеличении скорости ветра ограничить повышение числа оборотов и мощности, современные ветродвигатели имеют автоматические системы регулирования.

Наиболее широко применяют систему регулирования выводом ветроколеса из-под ветра с помощью бокового плана или благодаря эксцентричному расположению оси вращения колеса относительно вертикальной оси поворота головки и систему центробежно-аэродинамического регулирования поворотом лопасти относительно ее продольной оси.

Ветроагрегаты работают в тяжелых условиях постоянно изменяющейся скорости ветра, часто подвержены воздействию ураганов, пыльных бурь, влаги и других атмосферных явлений. В то же время ветродвигатель должен обеспечить выработку гарантированного количества энергии, тем более что непосредственное аккумулярование энергии ветра невозможно.

В связи с этим к ветродвигателю и ветроэнергетическому агрегату в целом предъявляется ряд специфических требований.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ВЕТРОНАСОСНОМУ АГРЕГАТУ

Чтобы работа ветронасосного агрегата была эффективной, его показатели должны соответствовать ветровым, гидрогеологическим и хозяйственным условиям зоны, в которых он будет эксплуатироваться. Для этого нужно также правильно подобрать водоподъемное оборудование для агрегатирования с двигателем и применить соответствующий тип привода.

До 1964 г. агрегаты выпускались с поршневыми насосами или ленточными водоподъемниками. Водоподъемное оборудование определило и тип применяемого двигателя. Обычно это была тихоходная машина с многолопастным колесом и механическим приводом, имевшая относительно большой удельный вес и часто плохую сопротивляемость действию ураганных ветров. При механическом приводе необходимо монтировать двигатель на расстоянии не дальше 3 м от колодца. Поршневой насос вызывает большую, чем другие насосы, неравномерность в работе двигателя, его не рекомендуется устанавливать в колодцах, вода которых содержит песок. Ленточные водоподъемники трудно применять на скважинах и эксплуатировать их при низкой температуре воздуха. В то же время установка с механическим приводом получается обычно относительно простой и работает надежно.

Все это приходится учитывать при агрегатировании ветродвигателя с насосом.

Главное требование, предъявляемое к ветронасосной установке, заключается в том, что стоимость энергии или кубометра воды, поднятой насосной установкой, должна быть ниже стоимости энергии, получаемой от теплового двигателя. Срок окупаемости капитальных затрат на сооружение ветроустановки не превышает обычно 3 лет, но он не должен быть больше установленного нормами срока окупаемости, принятого в энергетике и равного 8 годам.

Принципиальная схема ветронасосной установки более проста, чем схемы других типов ветроагрегатов, так как она обычно не требует резервного привода. Точно регулировать скорость вращения колеса не нужно, не требуется также вырабатывать какую-то минимальную мощность, так как работа агрегата оценивается главным образом его выработкой за данный промежуток времени. Не нужна и сложная система автоматики.

Насосные установки на пастбищах используют в течение сезона или круглый год, установки на фермах — обычно весь год, а оросительные агрегаты — в периоды поливов или в течение года. Запасая воду в наледях, искусственных водоемах или баках, увеличивают эффективность агрегата.

Пастбищные установки применяют на колодцах, вблизи которых пасутся 1—2 отары овец (до 2000 голов). Суточное потребле-

ние воды в зависимости от сезона года составляет для одной отары 4—6 м³, для двух отар 8—12 м³. В это же количество входит расход воды на нужды чабанской бригады. Поэтому установка должна ежедневно давать воды не меньше указанной потребности в ней.

Учитывая дебит и глубину большинства источников на пастбищах, максимальную производительность агрегата рассчитывают на 2—2,5 м³/ч. Напор, с которым будет работать насос, при этом не превысит 30 м. Большого напора обычно не требуется, достаточно, чтобы вода подавалась в стоящий на земле бак, т. е. на высоту до 2—2,5 м. Слой воды в колодцах не превышает 1,5 м, поэтому нужно применять такие водоподъемники, которые могут забирать воду при толщине слоя 0,7—0,8 м и надежно работать в минерализованных водах и пескующих водоисточниках.

В большинстве районов отгонного животноводства среднегодовые $V_{\text{ср. г}}$ или среднесезонные $V_{\text{ср. сез.}}$ скорости ветра составляют от 4 до 7 м/сек. Поэтому нельзя применять везде один тип насосного агрегата, так как не всегда его можно эффективно использовать. Для районов, где $V_{\text{ср. г}}$ или $V_{\text{ср. сез.}}$ равны 4—5 м/сек, агрегат должен подавать воду уже при скорости ветра 3,3—3,7 м/сек. Такие скорости ветра часто повторяются в течение года, но зато и максимальные скорости наблюдаются обычно меньшие — 30—32 м/сек. Для районов с интенсивным ветровым режимом (Казахская ССР, Поволжье и др.) пригодны более быстроходные агрегаты, для которых минимальную величину рабочей скорости ветра, учитывая повторяемость, можно принимать более высокой — до 4,5 м/сек. Установка должна выдерживать ураганные ветры, скорость которых может достигать 40 м/сек при ускорениях потока 1,4—1,5 м/сек².

Чтобы не утяжелять агрегат, башня не должна быть высокой. Высоту расположения колеса определяют в зависимости от требований техники безопасности. Конец опущенной лопасти должен находиться на расстоянии 3—3,5 м от поверхности земли.

Установка должна длительное время надежно работать, не требуя постоянного технического обслуживания, нуждаясь лишь в периодических уходах. Опыт эксплуатации ветроагрегатов показывает, что текущий ремонт их требуется после 2—2,5 тыс. ч работы, а капитальный — не чаще чем через 2 года эксплуатации (5—6 тыс. ч работы).

Для лучшего использования энергии ветра выгодно, чтобы двигатель приводил в движение не только насос, но и генератор мощностью до 0,5 кВт для зарядки аккумуляторных батарей.

Фундаменты закладывать на пастбищах трудно, поэтому рекомендуется применять фундаменты свайного типа или бесфундаментную установку, используя земляные бурава. Для облегчения подъема и опускания башни применяют шарнирные устройства.

Производительность установки для работы на ферме должна быть не менее 5—6 м³/ч при напоре 50—60 м, при этом вода должна

подаваться в водонапорную башню на высоту 10—15 м над поверхностью земли. Обычно устанавливают двигатель в стороне от колодца и предусматривают привод насоса от резервного двигателя при длительном безветрии или ремонте ветроустановки. Расстояние от поверхности земли до оси колеса принимают не менее 8—10 м.

Основные требования, предъявляемые к ветрооросительной установке: 1) наибольшая производительность (от 15 м³/ч и более) при относительно небольших напорах (20—30 м) и 2) полностью автоматизированная работа, не требующая постоянного обслуживания установки. При нагрузке на одну установку в среднем 8—10 га земли, оросительной норме 3000 м³/га и 2—3 поливах в год требуется поднять 50—90 тыс. м³ воды. При работе в течение года среднесуточная выработка должна быть 130—240 м³.

СХЕМЫ ВЕТРОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Агрегатная схема установки. К простейшим схемам насосных установок относятся: привод штангового насоса от тихоходного ветроколеса через кривошипно-шатунный механизм или вибрационного насоса от быстроходного колеса через кривошипно-шатунное устройство; колесо средней быстроходности, кинематически соединенное механической трансмиссией с ленточным водоподъемником или винтовым насосом; быстроходное колесо, от которого через пневматическую трансмиссию действует пневматический насос; колесо, связанное через пневматический привод с вакуумным насосом; быстроходное колесо с генератором, питающим двигатель центробежного насоса или вибратор (магнитное устройство) вибрационного насоса.

АГРЕГАТИРОВАНИЕ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ВОДОПОДЪЕМНИКАМИ

Агрегат с поршневым насосом. Если применяют тихоходное ветроколесо, при этом обычно используют поршневые насосы одинарного действия. Достоинство таких машин — простота конструкции.

Для улучшения работы агрегата нужно правильно выбрать соотношение между скоростью вращения колеса и числом двойных ходов насоса. Для этого пользуются совмещенными характеристиками моментов ветроколеса и нагрузки. Средний момент, потребляемый насосом, не зависит от числа качаний (горизонтальная линия на графике приложения 2). Совмещенные характеристики движущих моментов колеса и сопротивлений насоса строят так, чтобы они в начале работы пересекались при V_0 (минимальной

скорости ветра, при которой начинает работать ветроагрегат). Число двойных ходов n поршня обычно не более 50 в минуту, диаметр цилиндра d и ход поршня h выбирают в зависимости от дебита водисточника и требуемой производительности Q .

Производительность поршневого насоса:

$$Q \approx 0,012d^2 \cdot h \cdot n \cdot \eta_0 \text{ л/сек.}$$

Мощность, потребляемая насосом:

$$N_n = \frac{0,012d^2 \cdot h \cdot n \cdot \eta_0 \cdot H}{75\eta_n} \text{ л. с.,}$$

где η_0 — объемный к. п. д., или коэффициент наполнения, равный 0,9—95.

Диаметр цилиндра и ход поршня принимают в дециметрах. Подбирая диаметр поршня d , ход поршня h и число двойных ходов n , можно выбрать наиболее эффективный режим работы агрегата. Опыт показывает, что лучше несколько уменьшить h и d , увеличив соответственно n . Так как количество потребляемой воды известно, подсчитывают суммарную выработку при разных значениях d , h и n и принимают тот режим работы, который обеспечивает полную потребность в воде.

Для увеличения производительности агрегата целесообразно применить более быстроходное ветроколесо и плунжерный насос. Надо учитывать, что к. п. д. такого насоса больше, чем у поршневого, и зависит от числа ходов, т. е. от скорости ветра. Он уменьшается при малых скоростях.

Агрегат с инерционным водоподъемником. Главная задача во время его эксплуатации — снизить вредное влияние динамических нагрузок, действующих на водоподъемные трубы. Для этого целесообразно применять трубы из особо прочных материалов с возможно меньшим удельным весом, например стеклопластики, прокат периодического профиля. Во время вибрации агрегаты с инерционными насосами испытывают повышенные динамические нагрузки, поэтому при большой глубине подъема воды (более 20 м) их пока не применяют.

Недостаток механического привода инерционного насоса — это необходимость устанавливать двигатель над колодцем.

Агрегат с ленточным водоподъемником можно создать на базе использования ветроколеса малой и средней быстроходности, так как начальный момент сопротивлений ленты относительно небольшой, а к. п. д. водоподъемника в определенном диапазоне скоростей изменяется мало. Производительность примерно пропорциональна линейной скорости движения ленты. Однако существует минимальная (критическая) скорость $V_{кр}$ движения ленты, ниже которой вода не подается. Она находится в пределах 1,4—1,5 м/сек и повышается с уменьшением смачиваемости ленты водой и увеличением высоты подачи воды. Поэтому передаточное

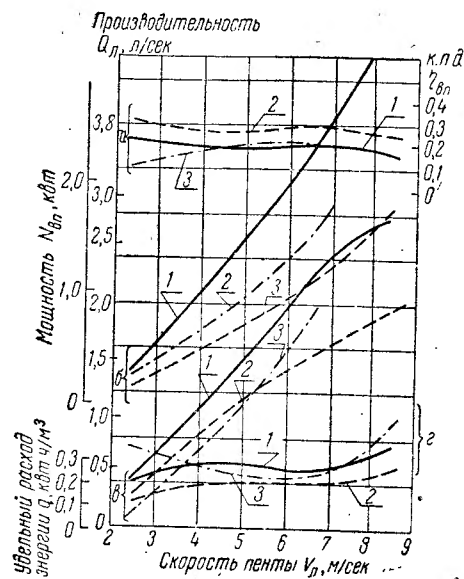


Рис. 2. Характеристики ленточного водоподъемника при подъеме воды с глубины 20 м:

а — изменение к. п. д.; б — потребляемая мощность; в — производительность водоподъемника; г — удельный расход энергии; 1 — перфорированная лента 100×4 мм; 2 — перфорированная лента 60×4 мм; 3 — гладкая лента 100×4 мм.

разно, чтобы режим работы ветродвигателя, при котором удельный расход энергии будет минимальным, соответствовал работе колеса в диапазоне наиболее часто повторяющихся скоростей ветра. Их принимают равными $V_{ср. г}$, а затем определяют наивысшую годовую производительность. Передаточное отношение i от ветроколеса к шкиву водоподъемника

$$i = \frac{\omega_{шк}}{\omega_{вк}} \geq \frac{2V_{кр} \cdot R}{d_{шк} \cdot Z \cdot V_0},$$

где $\omega_{вк}$, $\omega_{шк}$ — соответственно угловые скорости ветроколеса и шкива водоподъемника, 1/сек;

$d_{шк}$ — диаметр шкива водоподъемника, м;

R — радиус ветроколеса, м.

Обозначив через $V_{опт}$ скорость ленты, соответствующую $q_{мин}$, определяют наилучшее передаточное отношение $i_{опт}$, подставив в формулу вместо $V_{кр}$ величину $V_{опт}$, а вместо V_0 величину $V_{ср. г}$. Из вычисленных значений i и $i_{опт}$ выбирают наибольшее, принимая его за расчетное (i_p).

отношение от колеса к шкиву водоподъемника берут таким, чтобы при заданной минимальной рабочей скорости ветра скорость движения ленты была больше критической.

С увеличением скорости движения ленты производительность водоподъемника линейно растет, а удельный расход энергии на 1 л поднятой воды q (л. с.ч/л) вначале падает, а затем возрастает. В диапазоне скоростей 3,5—5,5 м/сек удельный расход будет минимальным, а при больших скоростях увеличивается, хотя общий к. п. д. водоподъемника может также немного повыситься.

На рисунке 2 показаны характеристики ленточного водоподъемника при подъеме воды с глубины 20 м. Обычно потребляемая мощность с увеличением скорости ленты возрастает быстрее, чем производительность. С энергетической точки зрения целесооб-

При увеличении суммарного напора H с 7 до 30 м к. п. д. водоподъемника растет соответственно от 0,11—0,15 до 0,25—0,35. При этом механический к. п. д. двигателя, приводящего в движение водоподъемник, можно принимать 0,8—0,85.

В приложении 3 даны совмещенные характеристики ленточного водоподъемника и трехлопастного колеса диаметром 4 м двигателя 2ВПЛ-4 («Буря»). Агрегат начинает работать и подавать воду при $V_0 = 3,3$ м/сек. Если необходимо, чтобы он работал при других условиях, характеристику водоподъемника смещают относительно характеристики ветроколеса вправо или влево и в соответствии с этим вновь определяют величину i . Водоподъемник работает лучше при скорости ленты, равной 3,5—5,5 м/сек.

Преимущество агрегатирования ветродвигателя с ленточным водоподъемником заключается в том, что благодаря относительно малому моменту сопротивления подъемника для его привода можно использовать быстроходное колесо при сравнительно небольшом передаточном отношении. Диапазон допустимых рабочих скоростей движения ленты достаточно велик, поэтому не требуется сложного механизма ограничения числа оборотов и мощности. Потребляемая мощность так изменяется в зависимости от скорости ленты, что характеристики можно эффективно совместить в широком диапазоне скоростей ветра. В отличие от поршневого насоса при работе ленточного водоподъемника двигатель нагружается постоянным или плавно изменяющимся моментом и не создается больших перегрузок. Преимущества такого водоподъемника: прочность и износостойчивость при подъеме агрессивной воды с песком, простота устройства и обслуживания. Однако с его помощью трудно подать воду на высоту более 3 м от поверхности земли. Поэтому в первую очередь его целесообразно применять на пастбищах.

Благодаря использованию механического привода можно одновременно с лентой приводить в движение генератор, то есть получить комплексную установку. При этом нужно предусмотреть возможность легкого отключения генератора от агрегата при малых скоростях ветра, когда мощность двигателя будет достаточной только для работы водоподъемника.

Следует иметь в виду, что при работе ленты в колодце создаются вихревые движения потоков воды, которые разрушают стенки колодцев и взмучивают воду. Поэтому на ведомом шкиве нужно установить отражающий кожух. При больших скоростях ветра вследствие неравномерной скорости вращения ветроколеса скорость ленты возрастает, и она начинает проскальзывать на ведущем шкиве. Чтобы устранить это, ограничивают максимальное число оборотов двигателя, которое должно быть не более 1,3 номинального числа оборотов. Для увеличения сцепления на поверхность ведущего шкива наклеивают прорезиненный ремень.

Важное значение имеет форма водоприемного кожуха. Так, например, при больших скоростях движения ленты серийных водоподъемников Л-20 и ВЛ-100 кожух переполняется водой и большая ее часть сливается обратно в колодец (приложение 4, рис. 180, а). У водоподъемника с кожухом измененной формы (приложение 4, рис. 180, б) вода с восходящей ветви ленты направляется по касательной в сливной патрубок, вследствие чего уменьшаются потери воды и увеличивается производительность агрегата. Отражающий козырек также повышает производительность водоподъемника в среднем на 10—15%, особенно при скорости ленты $V_L = 1,5—3$ м/сек.

Агрегат с пневматическим насосом. Целесообразность применения пневматического привода обусловлена возможностью передачи энергии и движения с помощью сжатого воздуха на большое расстояние в одном или нескольких направлениях. К преимуществам такого привода относятся простота управления, малая потребность в металле, надежность в эксплуатации: он устойчиво работает при любых температурах окружающей среды. Кроме того, один ветродвигатель можно использовать для работы с несколькими насосами, применяя их на групповых колодцах, расположенных близко один от другого (10—15 м).

Сжатый воздух применяют для привода насосных устройств или для непосредственного подъема воды. В первом случае между компрессором и насосом вводят промежуточный механизм (пневматический двигатель, турбину), во втором — сам воздух является рабочим телом, осуществляющим подъем воды вследствие ее вытеснения или эжектирования.

При агрегатировании прежде всего выбирают такой диаметр ветроколеса и такую его быстроходность, при которых обеспечивался бы привод компрессора и начало работы установки при определенных скоростях ветра; выбирают правильные соотношения между показателями компрессора, насоса и пневматического двигателя; определяют наилучшую емкость ресивера, сечения воздухопроводов и показатели различных вспомогательных устройств.

Пневматические насосы замещения (в них при подъеме каждой порции воды она замещается соответствующим объемом воздуха) применяют с частичным использованием потенциальной энергии сжатого воздуха или без ее использования, вытесняя воду воздухом. В первом случае после вытеснения воды начинается выброс водовоздушной смеси.

Особенность работы установки с насосом замещения заключается в том, что насос подает воду прерывисто, отдельными порциями. Компрессор же работает непрерывно, подавая воздух в воздушную магистраль и ресивер. Этот насос в отличие от некоторых насосов других типов имеет к. п. д., мало зависящий от режимов работы ветроколеса. Величина его зависит от настройки редукционного клапана или автоматического распределительного

устройства насоса, объемов камеры насоса и ресивера, суммарного напора H , с которым работает насос.

Средний удельный расход сжатого воздуха (приведенный к расходу при нормальном давлении) при подъеме воды с глубины 10 м насосом с камерой объемом 13—15 л составляет 3—3,5 м³ на каждый кубический метр воды.

Наиболее пригодны для ветроустановки диафрагменные (мембранные) компрессоры, устройство которых проще поршневых, они имеют меньший начальный момент и не нуждаются в смазке рабочих полостей. В поршневых компрессорах требуется смазка стенок цилиндров, применение более дорогих фильтров, создается большой начальный момент вследствие трения поршневых колец о стенки цилиндра. Компрессоры осевые и ротационные (центробежные) работают с большими скоростями вращения, и для их привода от ветроколеса пришлось бы применять повышающие передачи. Преимущество последних двух типов — изменение потребляемой мощности примерно пропорционально квадрату скорости вращения. У компрессоров других типов зависимость линейная, поэтому нельзя на всех режимах наилучшим образом использовать мощность ветродвигателя.

Для работы с компрессором в принципе можно использовать тихоходные и быстроходные колеса. В первом случае необходимо применять повышающие редукторы с большими передаточными числами, во втором — вводить устройства, облегчающие запуск. Последнее наиболее эффективно. Чтобы снизить момент, лучше применять более быстроходные и многоцилиндровые компрессоры. Таким образом, агрегат, в основу которого положена схема колесо → компрессор → насос, является одним из наиболее простых.

Возможна и другая агрегатная схема ветрокомпрессорной установки: ветроколесо → компрессор → пневматический двигатель → насос. При использовании насоса вращательного действия лучше применять ротационный двигатель, устанавливаемый в пневматических инструментах. Он работает на низком давлении (3—6 атм), имеет малые вес и габариты, простую конструкцию, высокий пусковой момент и плавно изменяющуюся характеристику момента при уменьшении или увеличении числа оборотов ветроколеса.

В диафрагменном компрессоре, работающем в агрегате с насосом замещения, на выходе создается почти постоянное максимальное давление, определяемое настройкой автоматического распределительного устройства насоса, и работает он в диапазоне давлений от нулевого до номинального. При постоянном противодействии момент компрессора почти не зависит от скорости вращения ветроколеса, а потребляемая мощность пропорциональна скорости (см. приложение 5).

При агрегатировании важной задачей является улучшение пусковых характеристик пневматических ветронасосных установок.

Их можно улучшить увеличением начального момента ветроколеса, использованием его сил инерции или снижением момента сопротивлений компрессора в период пуска и разгона. Другие способы, например применение колеса большего диаметра, увеличение числа лопастей или их уширение, неприемлемы, так как снижается быстроходность или расчетное число оборотов, увеличивается металлоемкость, появляется необходимость в применении редуктора, снижается к. п. д. передачи. Обычно момент, развиваемый колесом на расчетном режиме, больше момента, потребляемого компрессором, поэтому основной путь в улучшении характеристик агрегата — преодолеть сопротивления в период разгона.

Начальный момент в период пуска и разгона колеса увеличивают применением поворотных лопастей и установкой их в период пуска на большие углы. Однако этот способ применяют только в том случае, когда целесообразно использовать более сложную систему регулирования поворотными лопастями (например, в сочетании с разгрузкой компрессора).

На период пуска и разгона ветроколесо можно разгружать, применяя автоматические муфты включения (центробежные, электромагнитные, с датчиком давления и т. д.). С точки зрения энергетических показателей этот способ идентичен разгрузке компрессора или установке клапана холостого хода на насосе. В первом случае водоподъемное устройство начинает работать лишь с определенной скорости ветра, во втором — до той же скорости насос или компрессор работает вхолостую. Расчеты показывают, что снижение производительности будет примерно одинаковым. Для более эффективной работы агрегата важно установить наилучший режим, при котором должна включаться муфта. Однако, как показал опыт, муфты не всегда работают надежно, поэтому их стараются применять реже.

Для разгрузки компрессора на период пуска применяют: 1) автоматические устройства плунжерного типа, управляемые центробежным регулятором колеса, имеющего поворотные лопасти (агрегат типа «Вихрь»), или выносным регулятором; 2) устройства, связанные с ветровым регулятором (например, в агрегате «Ласточка»); 3) электромагнитные клапаны или соленоидные устройства, питаемые от генератора, соединенного с компрессором, и т. д.

Первый способ наиболее простой. Он обеспечивает четкую однозначную зависимость работы регулятора и автоматического устройства для разгрузки. Устройство работает надежно и обеспечивает устойчивую работу агрегата при скоростях ветра 4 — 4,2 м/сек. Разгрузочное устройство настраивают так: плунжер должен перекрывать отверстие выпуска воздуха в атмосферу при скорости вращения колеса, превышающей на 10–20% скорость, при которой полностью сжимается пусковая пружина регулятора. Чтобы агрегат мог работать большее число часов в году и улуч-

шить коэффициент использования установленной мощности агрегата, выгоднее, если расчетная скорость V_p меньше скорости начала регулирования $V_{н.р.}$, при которой вступает в действие механизм ограничения числа оборотов и мощности. Поэтому для установок пастбищного типа производительность рассчитывают обычно при $V_p = 7$ м/сек, а $V_{н.р.}$ принимают 8–9 м/сек.

Система регулирования числа оборотов небольших ветроагрегатов должна быть надежной, простой и удобной в эксплуатации. Поэтому часто применяют регулирование выводом колеса из-под ветра. Для колеса малой и средней быстроходности диаметром до 5 м это обычно оправдано. Если для вывода колеса из-под ветра применяют боковой план, то его можно использовать в качестве ветрового регулятора, управляющего разгрузочным устройством (рис. 3). Недосток такого регулятора в том, что его работа не находится в строгой зависимости от режима работы агрегата, он реагирует главным образом на скорость потока и в меньшей мере на скорость вращения ветроколеса. Это может при скоростях ветра 5–8 м/сек задержать переход агрегата на рабочий режим, особенно в том случае, если в ресивере давление будет равно расчетному.

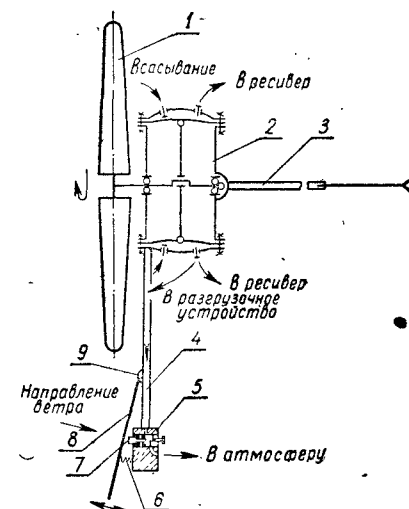


Рис. 3. Схема разгрузочного устройства компрессора, управляемого ветровым регулятором:

1 — ветроколесо; 2 — компрессор; 3 — хвост; 4 — труба бокового плана; 5 — корпус разгрузочного устройства; 6 — пружина; 7 — плунжер; 8 — перо бокового плана; 9 — ось поворота.

ВЕТРОНАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

В ветронасосных агрегатах электрическая трансмиссия предназначена для передачи вращающего момента от ветроколеса к насосу и изменения скорости вращения до необходимой величины.

Трансмиссия состоит из генератора, электрического двигателя насоса, питающих проводов, устройства для регулирования напряжения, защиты генератора и двигателя от перегрева и токов короткого замыкания.

Работа этих элементов отличается некоторыми особенностями:

1. Генератор, двигатель и насос работают при скорости вращения, изменяющейся от 0,4 до 1,5 номинального значения.

2. Генератор питает обычно один электрический двигатель, мощность которого близка к мощности генератора, поэтому нагрузка двигателя сильно влияет на режим работы трансмиссии.

3. Генератор вращается от быстроходного ветроколеса с малым начальным моментом, вследствие чего условия пуска агрегата при малых скоростях ветра ухудшены.

Элементы электрической трансмиссии должны быть надежны в эксплуатации даже без постоянного обслуживания.

При использовании ветроэлектронасосных агрегатов и их создании очень важно выбрать правильно род тока и тип генератора, систему его возбуждения, а также, учитывая требуемые производительность и напор насоса, необходимые мощности электро- и ветродвигателей.

Для эффективной работы ветроагрегата требуется выбрать тип насоса, определить характер изменения его показателей при переменной скорости вращения, вызванной изменением скорости ветра, и установить зоны устойчивой работы ветроагрегата.

Основные варианты схем электрического привода, используемых в ветронасосных агрегатах, приведены на рисунке 4.

Электрические машины постоянного тока, имеющие коллектор и щеточные контакты, малоприспособны для применения их в ветронасосных агрегатах. Они сложны, дороги, требуют тщательного ухода в эксплуатации, и для их изготовления затрачивается много меди и электротехнической стали.

Генераторы постоянного тока имеют большой начальный момент сопротивления, что затрудняет их использование в агрегатах с быстроходными ветроколесами. Например, в агрегате мощностью 1,5 кВт этот момент достигает 80 кг·см, вследствие чего агрегат с трехлопастным колесом диаметром 4 м начинает работать только при скорости ветра около 6 м/сек.

Ветроэлектронасосные агрегаты наиболее просты и работают надежно в случае использования асинхронных короткозамкнутых двигателей и центробежных насосов. Сказанное относится в первую очередь к использованию трехфазной системы переменного тока.

Таким образом, ветронасосный агрегат с электрической трансмиссией должен состоять из генератора трехфазного переменного тока, короткозамкнутого асинхронного двигателя и центробежного или другого ротационного насоса. Режим и эффективность работы такого агрегата в значительной степени определяются типом генератора и системой его возбуждения.

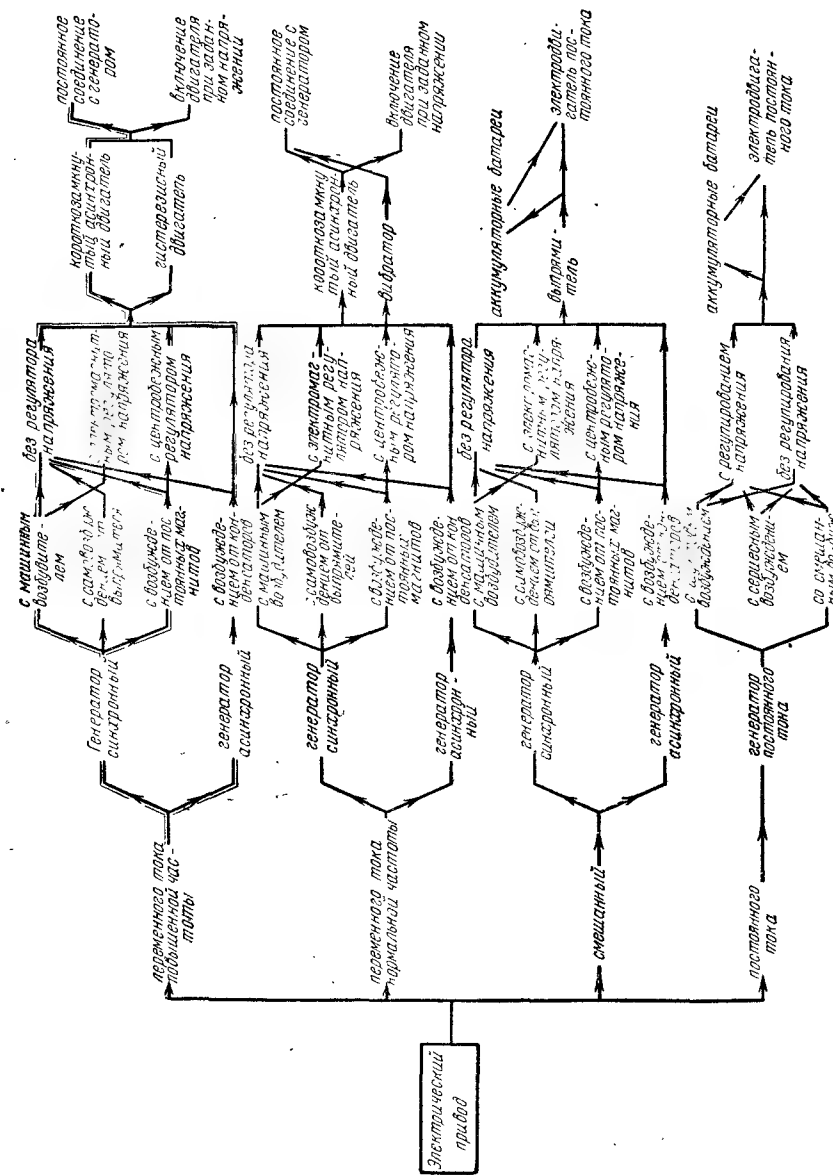


Рис. 4. Варианты схем электрического привода ветронасосных агрегатов.

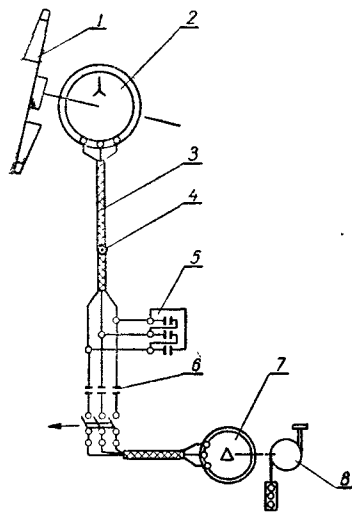


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема ветронасосного агрегата с самовозбуждающимся асинхронным генератором:

1 — ветроколесо с редуктором; 2 — генератор; 3 — кабель питания; 4 — кабельный разъем; 5 — конденсаторы возбуждения; 6 — компаундирующий конденсатор; 7 — короткозамкнутый асинхронный двигатель; 8 — насос.

Чтобы уменьшить чрезмерное повышение напряжения в трансмиссии после того, как двигатель начал вращаться, и расширить диапазон ее устойчивой работы, необходимо автоматически отключать часть компаундирующих конденсаторов.

Недостатком асинхронных генераторов является необходимость установки статических конденсаторов большой емкости. При переходе на повышенную частоту (150—400 гц) потребная емкость конденсаторов может быть снижена в 3—8 раз, а устойчивость работы генератора и пуск двигателя насоса будут улучшены.

Синхронный генератор с возбудителем не может быть рекомендован в качестве генератора ветроэлектронасосного агрегата малой мощности, так как контакты трения и быстроизнашивающиеся щетки ухудшают работу и долговечность агрегата.

Для повышения надежности генератора необходимо применять в качестве возбудителя магнитоэлектрический генератор трехфазного тока (с постоянными магнитами на роторе) с вращаю-

Асинхронный генератор с самовозбуждением от конденсаторов наиболее прост по конструкции, не имеет контактов трения и машинного возбудителя.

Для необслуживаемых ветронасосных агрегатов такой генератор является механически прочной машиной, за которой почти не требуется ухода. Он обладает еще одним положительным свойством: в нем при коротких замыканиях ударный ток быстро затухает, не вызывая перегрева и порчи обмоток.

При перегрузках же, вызванных, например, заклиниванием насоса, генератор быстро теряет возбуждение и даже размагничивается, что предохраняет его от выхода из строя.

Принципиальная электрическая схема ветронасосного агрегата с самовозбуждающимся асинхронным генератором показана на рисунке 5. Электрический двигатель 7 насоса 8 присоединен через компаундирующие конденсаторы 6, а самовозбуждение генератора осуществлено конденсаторами возбуждения 5, которые присоединены к зажимам генератора треугольником.

щимися полупроводниковыми выпрямителями и бесконтактной системой регулирования напряжения.

Недостатком такого генератора является большая величина тока короткого замыкания, вследствие чего необходимо надежно защищать генератор и двигатель насоса.

Однако, несмотря на недостаток, генератор можно с успехом использовать в электрической трансмиссии насосных установок средней и большой мощности.

Магнитоэлектрический генератор с постоянными магнитами очень прост. В нем короткие замыкания, перегрузки, вызванные остановкой насоса, будут сопровождаться ослаблением основного магнитного поля, что предохранит генератор от выхода из строя.

Недостатком такого генератора является необходимость введения устройств для того, чтобы обеспечить пуск асинхронных двигателей насосов.

В ветроагрегатах магнитоэлектрические генераторы не рекомендуются использовать из-за большого момента сопротивления при трогании с места, который возникает под действием сил магнитного притяжения между полюсами неподвижного ротора и сталью статора.

Синхронные генераторы с самовозбуждением от твердых выпрямителей имеют минимум трущихся контактов, что повышает надежность работы ветроагрегатов с этими генераторами. Такие генераторы обеспечивают также хорошую устойчивость работы ветроагрегата в широком диапазоне скоростей вращения. При этом ветроагрегат может иметь небольшой вес и простую конструкцию.

При переходе на повышенную частоту (150—400 гц) эффективность работы генератора и системы регулирования напряжения повышается.

Таким образом, можно рекомендовать для ветроэлектронасосных агрегатов малой мощности два основных типа генератора: 1) синхронный с возбуждением от твердых выпрямителей и 2) асинхронный с самовозбуждением от статических конденсаторов. В обоих случаях рекомендуется использовать генератор повышенной частоты.

Центробежный насос является основным элементом ветронасосного агрегата с электрической трансмиссией.

Правильный выбор насоса и его характеристик определяет величину диапазона скорости вращения ветроколеса, т. е. эффективность работы ветроагрегата. Выбранный насос определяет также необходимую мощность генератора и ветродвигателя.

Современные высокоэффективные центробежные насосы проектируют обычно для работы при постоянной скорости вращения, при которой насос имеет максимальное значение к. п. д. В случае отклонения от расчетной скорости вращения к. п. д. такого насоса значительно снижается.

Для ветронасосных агрегатов диапазон допустимого снижения скорости вращения определяется не только изменением к. п. д. насоса и величиной загрузки ветроколеса, но прежде всего работой насоса без обрыва струи, т. е. тем режимом, при котором вода еще подается на заданную высоту.

Величина этой минимальной скорости $n_{\min}$ может быть найдена из следующего уравнения:

$$\left(\frac{n_{\min}}{n_n}\right)^2 = \frac{H_{\text{ст}}}{H_{Q=0}},$$

где n_n — нормальная скорость вращения насоса, об/мин;

$H_{\text{ст}}$ — высота подачи воды, м;

$H_{Q=0}$ — напор (м), развиваемый насосом при закрытой задвижке напорной трубы насоса, т. е. когда нет подачи воды (эту величину берут из характеристики насоса).

Следовательно, насос, вращаясь с переменной скоростью, прекращает подавать воду на требуемую высоту тем раньше, чем больше $H_{\text{ст}}$ и меньше расчетный напор.

Выбирая тот или иной серийный центробежный насос для ветронасосного агрегата, следует использовать насос с номинальным напором, значительно превышающим высоту подъема воды.

Например, для подъема воды из колодца глубиной 15 м необходимо взять насос, который развивает в расчетном режиме, т. е. при номинальной скорости вращения и максимальном значении к. п. д., напор 28—30 м.

Более правильно и эффективно использовать в ветроэлектронасосных агрегатах центробежные насосы, которые специально рассчитаны для таких агрегатов.

В зависимости от этого при агрегатировании ветродвигателей с центробежными насосами может быть применен один из трех основных вариантов.

1. Применяется нормальный насос, рассчитанный на работу с постоянной скоростью вращения, производительностью и напором, выбранным по потреблению воды, условиям залегания ее и дебиту водоисточника.

Мощность ветродвигателя должна быть достаточной для того, чтобы расчетный режим работы насоса сохранялся при наиболее часто повторяющейся скорости ветра (5—6 м/сек), при которой должен вступать в действие и регулятор скорости вращения.

В этом случае насос будет продолжительное время работать при скорости вращения, близкой к расчетной, а к. п. д. будет иметь значение, близкое к максимальному.

2. Применяется специальный насос для работы при значительных отклонениях скорости вращения от номинальной ($n_{\min} = 0,5-0,6 \cdot n_n$). Номинальную производительность насоса выбирают в зависимости от потребления воды и дебита водоисточника.

Расчетный напор насоса принимают в 1,8—2 раза больше требуемой высоты подачи с тем, чтобы насос начинал подавать воду при $n_{\min}$.

Нормальная производительность насоса и ветроагрегата, начало действия регулятора ветроколеса должны соответствовать работе ветродвигателя при скорости ветра 7—8 м/сек.

3. Применяется насос, рассчитанный на работу при небольших отклонениях скорости вращения от расчетной величины ($n_1 = 0,7 - 1,2 \cdot n_n$).

Расчетная частота тока генератора, производительность и напор насоса должны соответствовать работе ветроагрегата при

наиболее часто повторяющейся скорости ветра (5—6 м/сек). При этом расчетная производительность насоса должна быть на 30—35% ниже производительности, выбранной в зависимости от потребления воды и дебита водоисточника. Напор насоса выбирают таким, чтобы начало подачи воды на заданную высоту соответствовало минимальной скорости вращения ($n_{\min} = 0,7 n_n$).

Расчетная производительность ветронасосного агрегата и начало регулирования ветроколеса должны соответствовать скорости ветра 7—8 м/сек. В первом случае ветродвигатели, предназначенные, например, для пастбищного водоснабжения, требуют установки двухступенчатых редукторов и относятся к двигателям другого класса. Преимущество использования таких агрегатов состоит в том, что ветродвигатель не требует снижения момента

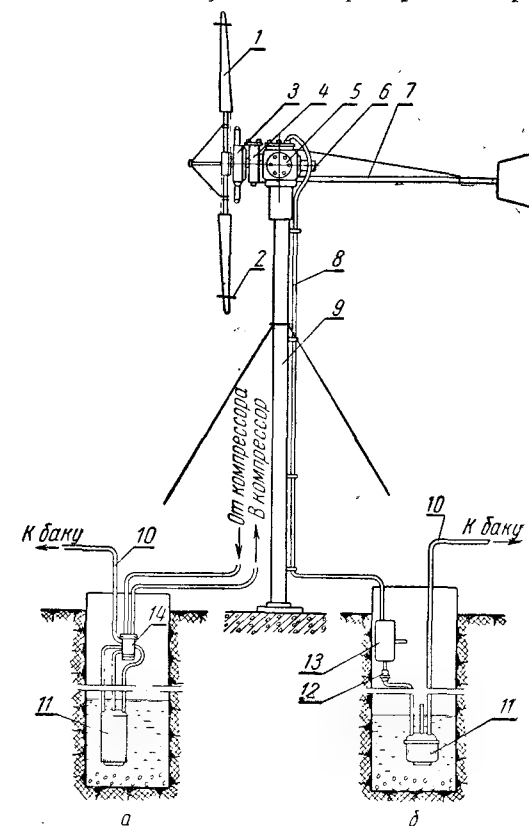


Рис. 6. Ветрокомпрессорная установка с мембранным компрессором и насосом замещения:

а — двухкамерный насос; б — однокамерный насос; 1 — ветроколесо; 2 — регулятор скорости вращения; 3 и 6 — разгрузочные устройства; 4 — верхний редуктор; 5 — мембранный компрессор; 7 — хвост; 8 — воздухопровод; 9 — опора; 10 — напорная труба; 11 — насос замещения; 12 и 13 — автоматическое устройство для перепуска воздуха; 13 — ресивер.

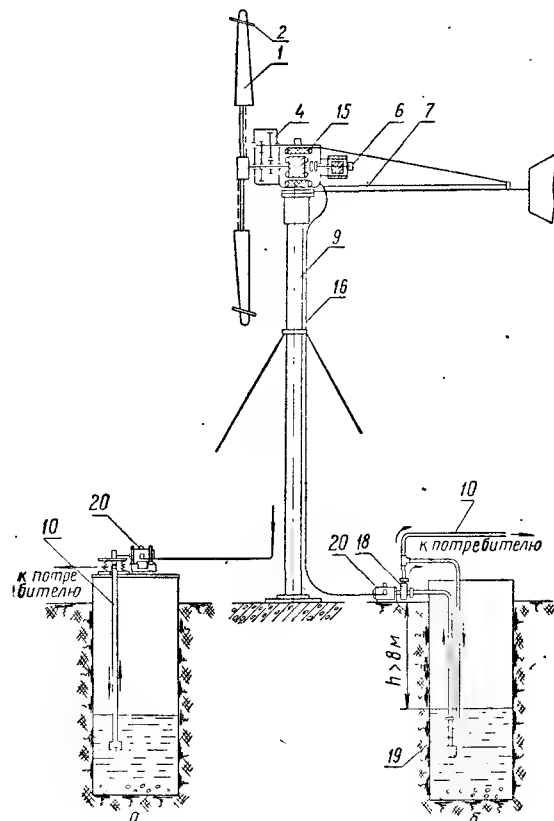


Рис. 7. Ветроэлектронасосная установка:
а — с вибрационным электронасосом; б — с водоструйным насосом; 19 — струйный аппарат; 20 — электрический вибратор (названия позиций 1—18 те же, что на рисунках 6 и 8).

сопротивления при трогании с места и выходе ветроколеса на расчетный режим.

Во втором и третьем случае ветродвигатели должны иметь меньшую расчетную мощность, а следовательно, установки получают менее металлоемкими. Однако ветродвигатель требует разгрузки ветроколеса на период пуска и выхода на расчетный режим.

Из рассмотренных случаев агрегатирования следует отдать предпочтение третьему, как обеспечивающему наибольшую выработку ветроустановки.

Ветронасосные агрегаты с электрической трансмиссией обладают очень гибкой нагрузочной характеристикой, вследствие чего

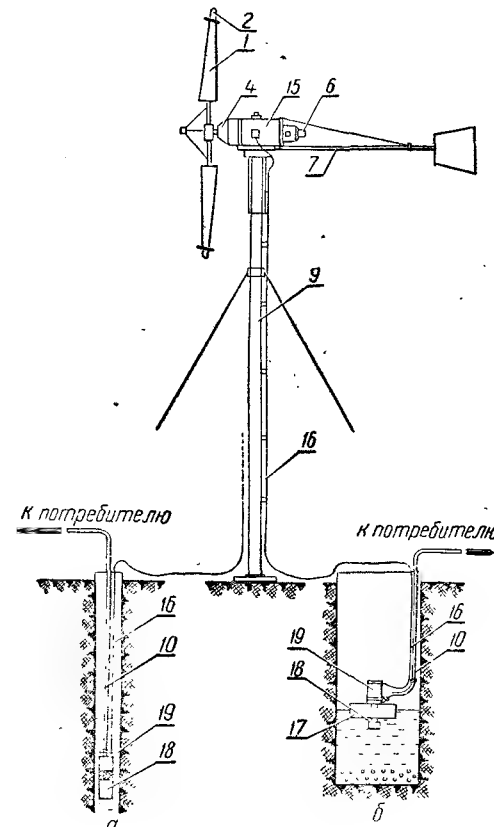


Рис. 8. Ветроэлектронасосная установка:
а — с погружным электронасосом; б — с электронасосом, плавающим на понтоне; 15 — генератор переменного тока; 16 — электрический кабель; 17 — понтон; 18 — центробежный насос; 19 — электродвигатель (названия позиций 1—14 те же, что на рисунке 6).

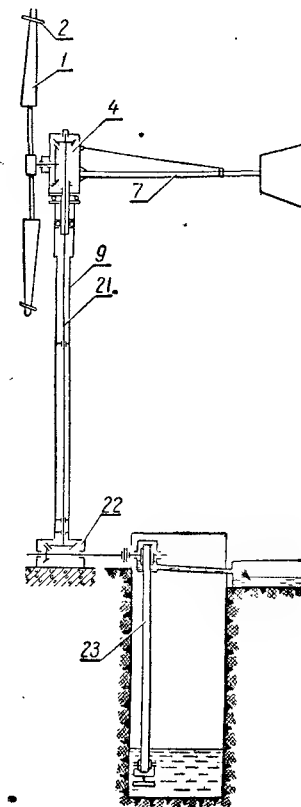


Рис. 9. Ветронасосная установка с ленточным водоподъемником:
21 — вертикальный вал; 22 — нижний редуктор; 23 — водоподъемник (названия позиций 1—9 те же, что на рисунке 6).

можно в широких пределах изменять нагрузку ветроколеса (приложение 6).

Надежность работы ветронасосного агрегата с электрической трансмиссией во многом определяется системой пуска насоса от генератора агрегата.

Двигатель электронасоса может быть запущен от генератора тремя способами: 1) подключением двигателя к возбужденному генератору, работающему на холостом ходу; 2) замыканием цепи возбуждения генератора, к зажимам которого заранее присоединен двигатель; 3) частотным пуском двигателя, при этом перед пуском двигатель необходимо присоединить к зажимам генератора,

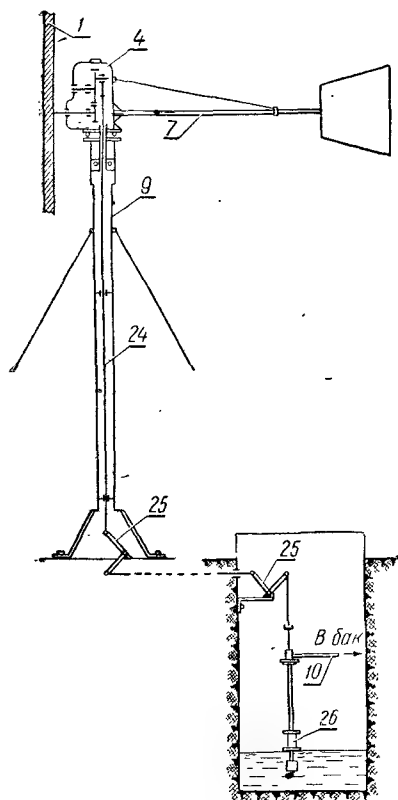


Рис. 10. Ветронасосная установка с тихоходным ветроколесом и штанговым насосом:

24 — штанга; 25 — качалка; 26 — насос (названия позиций 1—10 те же, что на рисунке 6).

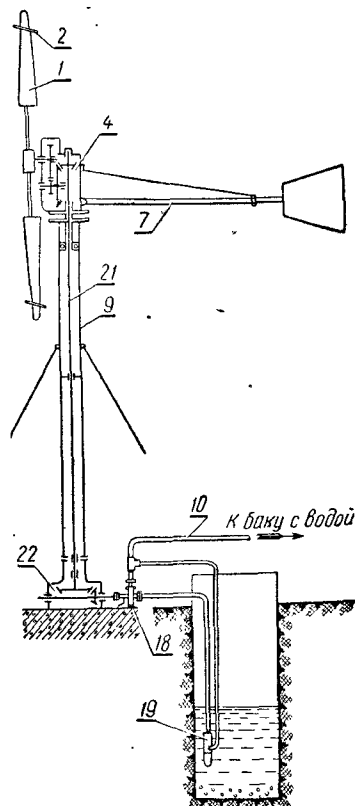


Рис. 11. Ветронасосная установка с водоструйным насосом, приводимым от вала нижнего редуктора (названия позиций те же, что на рисунках 6, 8 и 9).

а генератор должен начать работать при замкнутой цепи возбуждения.

Расчеты и опытные исследования показывают, что электрический двигатель насоса работает без перегрева и устойчиво на всем диапазоне изменения скорости вращения ветродвигателя, т. е. от 0,5 до 1,3 n_n .

Суммарный к. п. д. электрической трансмиссии ($\eta_{тр}$) малых ветронасосных агрегатов обычно составляет 0,17—0,22.

В ветронасосных агрегатах с электрической трансмиссией целесообразно использовать трехфазный ток при постоянном электрическом соединении генератора и двигателя и частот-

ный пуск электронасоса одновременно с пуском ветроагрегата.

Наиболее эффективно могут быть использованы генераторы повышенной частоты с самовозбуждением от твердых выпрямителей.

На рисунках 6—11 показаны схемы компоновки ветронасосных агрегатов с трансмиссиями различных типов.

ГЛАВА 2

Ветроводоподъемники и ветронасосные агрегаты

ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИК ВП-ЗМ

Предназначен для подъема воды из шахтных колодцев, в которых толщина слоя воды должна быть не менее 0,7 м, глубина залегания воды не более 25 м. Его применяют на пастбищах, скотогонных трассах и на небольших животноводческих фермах, где не требуется напорная подача воды и среднегодовая скорость ветра находится в пределах 3,5—4,5 м/сек. Колодец, на котором устанавливают ветроводоподъемник, должен иметь дебит воды не менее 0,5 м³/ч.

Ветроводоподъемник, представляющий собой тихоходный ветродвигатель, состоит из следующих узлов: ветроколеса 3 (рис. 12), головки 1, в которую входит верхний редуктор, хвоста 2 для установки ветроколеса на ветер, мачты 5 с четырьмя растяжками 4, нижнего редуктора 7, опоры 8 и водоподъемника 9.

Ветроводоподъемник снабжен простейшим автоматическим устройством для остановки двигателя после заполнения резервного бака водой и пуска в работу, когда необходимо наполнить этот бак.

Автоматическое устройство представляет собой коромысло 6, на одном конце которого имеется контргруз, а на втором — балластный бачок 14 и проушина для крепления троса механизма пуска и остановки. Бачок соединен гибким шлангом 15 с резервным баком и заполняется водой или опорожняется в зависимости от уровня воды в резервном баке. К коромыслу прикреплен трос 12, идущий к вертлюжной муфте 11.

Ветроколесо имеет два трубчатых обода, соединенных перемычками. Для удобства перевозки обод разделен на четыре отсека, соединяемых при монтаже заклепками. На спицах, стягивающих ободья со ступицей, одновременно крепятся 18 лопастей из оцинкованной листовой стали.

Головка состоит из редуктора, опорного стакана 8 (рис. 13) и механизма автоматического ограничения мощности.

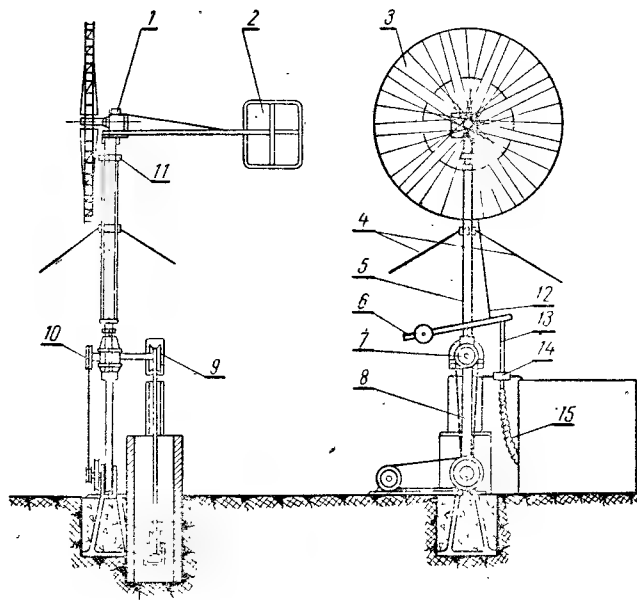


Рис. 12. Ветроводоподъемник ВП-ЗМ:

1 — головка; 2 — хвост; 3 — ветроколесо; 4 — растяжки; 5 — мачта; 6 — коромысло; 7 — нижний редуктор; 8 — опора; 9 — водо-подъемник; 10 — шкив; 11 — вертикальная муфта; 12 — тяга; 13 — штанга; 14 — балластный бачок; 15 — гибкий шланг.

Редуктор — пара цилиндрических 17 и пара конических 3 шестерен, заключенных в чугунный корпус 1. На главном валу 11 редуктора с помощью штифта, проходящего через тело ступицы и вал, закреплено ветроколесо. Вертикальный вал 2 редуктора связан муфтой с отсеком вертикального вала ветродвигателя.

Корпус редуктора прикреплен болтами к опорной плите 5, имеющей штырь 6, вокруг которого головка поворачивается в шариковых подшипниках 7. Возникающие нагрузки через опорный стакан 8 и фланец 9 передаются трубчатой мачте 10. На оси 4 крепится труба хвоста 14.

Мощность ветродвигателя и скорость вращения ветроколеса автоматически регулируются выводом колеса из-под ветра под давлением потока воздуха. Это достигается благодаря эксцентричному расположению оси колеса и оси поворота головки (величина a). Механизм регулирования состоит из пружины 13, рычага 12, амортизатора 15 с ограничительной цепью 16. К проушине трубы хвоста 14 прикреплен трос 18 устройства для автоматического пуска и остановки двигателя. Трос по роликам 19 идет к вертикальной муфте, связанной с коромыслом автоматического устройства для пуска и остановки. В средней части мачты имеются

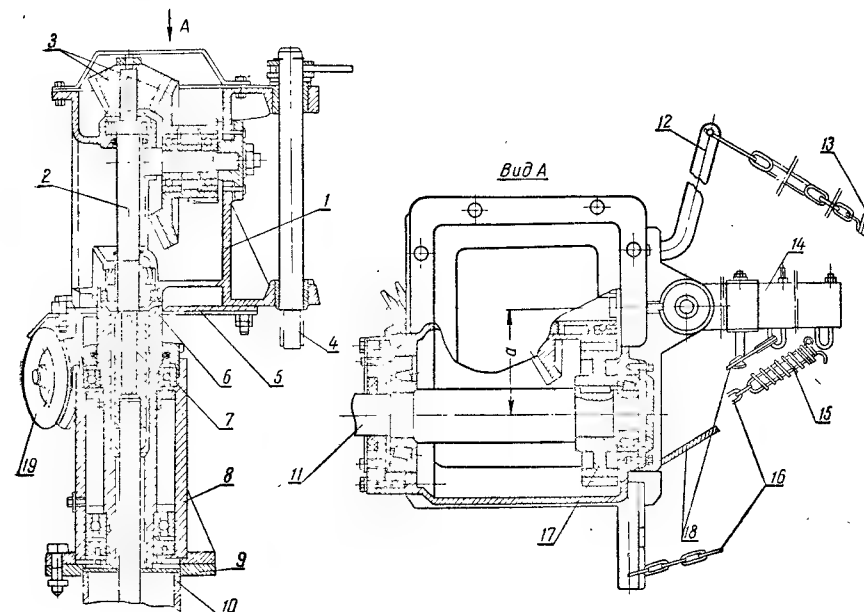


Рис. 13. Головка ветроводоподъемника ВП-ЗМ:

1 — корпус редуктора; 2 — вертикальный вал; 3 — конические шестерни; 4 — ось хвоста; 5 — опорная плита; 6 — штырь; 7 — подшипник; 8 — опорный стакан; 9 — фланец; 10 — мачта; 11 — главный вал; 12 — рычаг; 13 — пружина механизма регулирования; 14 — хвост; 15 — амортизатор; 16 — ограничительная цепь; 17 — цилиндрическая шестерня; 18 — трос; 19 — ролик.

ушки для крепления растяжек из стального прутка, соединенных с четырьмя анкерами и натягиваемых с помощью тандеров (натяжных гаек). Этим обеспечивают крепление двигателя в вертикальном положении.

В верхней части мачты приварены направляющие, по которым скользит вертикальная муфта.

Нижний редуктор представляет собой пару конических шестерен 1 и 10 (рис. 14), передающих вращение горизонтальному валу 3. К корпусу 9 редуктора привернут рукав 8 водо-подъемника. Вал 6 водо-подъемника вращается в шариковых подшипниках. Он соединен с валом редуктора через промежуточный валик 5 и муфту 4.

Для присоединения автомобильного или тракторного генератора, предназначенного для зарядки аккумуляторных батарей, на редукторе имеется клиноременный шкив 12 отбора мощности диаметром 240 мм, который соединен с валом редуктора роликовой муфтой 11 свободного хода.

Скорость вращения генератора 2000—2500 об/мин достигается с помощью контрпривода, состоящего из двух шкивов диаметром

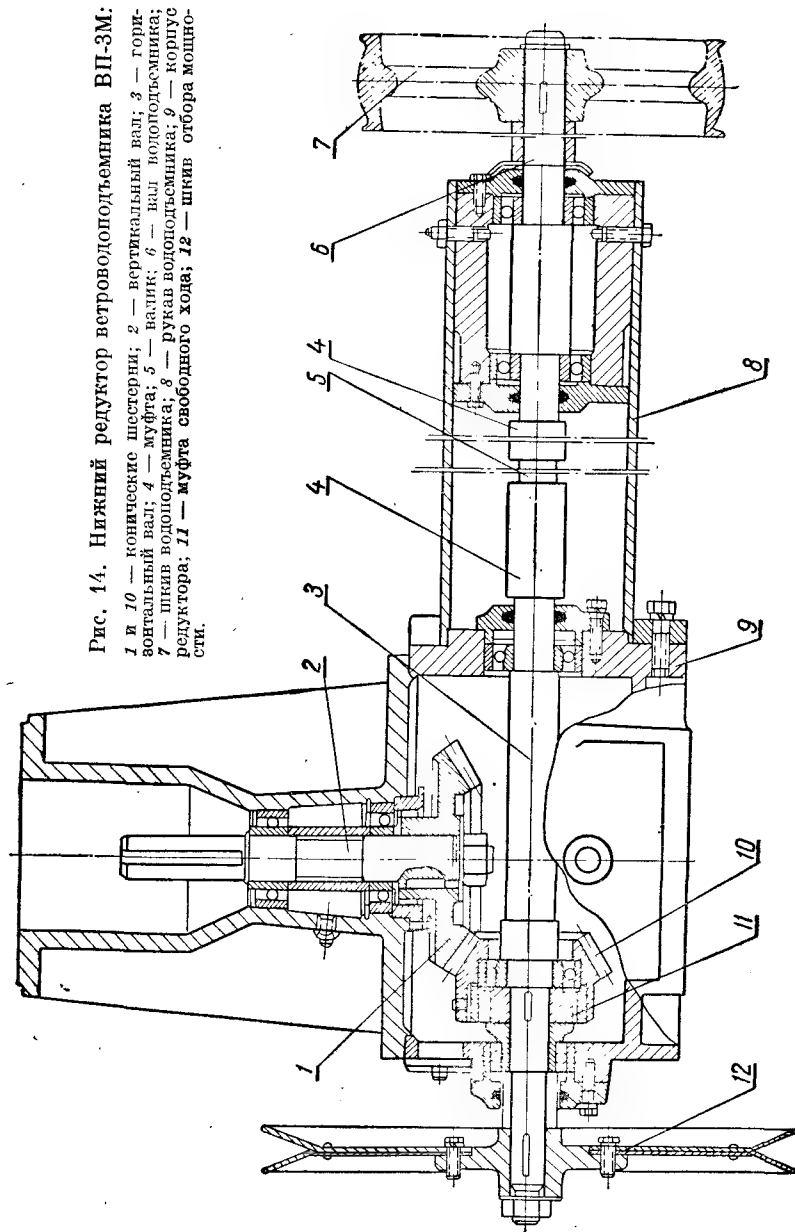


Рис. 14. Нижний редуктор ветроводоподъемника ВП-3М:

1 и 10 — конические шестерни; 2 — вертикальный вал; 3 — горизонтальный вал; 4 — муфта; 5 — валик; 6 — вал водоподъемника; 7 — шкив водоподъемника; 8 — рукав водоподъемника; 9 — корпус редуктора; 11 — муфта свободного хода; 12 — шкив отбора мощности.

100 и 240 мм и клинового ремня В-4000. Расчетная скорость вращения контрпривода 750—1000 об/мин. Контрпривод и муфта свободного хода позволяют вращать шкив 7 водоподъемника от теплового или электрического двигателя, мощность которого должна быть не менее 1,5 кВт и скорость вращения от 1500 до 3000 об/мин.

Водоподъемник состоит из водосборника 1 (рис. 15), имеющего сливной патрубок 6, и прикрепленного к корпусу рукава на кронштейнах 7, приводного шкива 2, прорезиненной ленты 3 сечением 60×5 мм и натяжного шкива 4, вращающегося в текстолитовых втулках на пальце, с волнорезом 5.

Благодаря действию молекулярных сил сцепления во время работы водоподъемника частицы воды сцепляются с лентой и обволакивают ее толстым слоем. Под действием центробежных сил частицы воды, достигнув верхнего шкива, сбрасываются в водосборник.

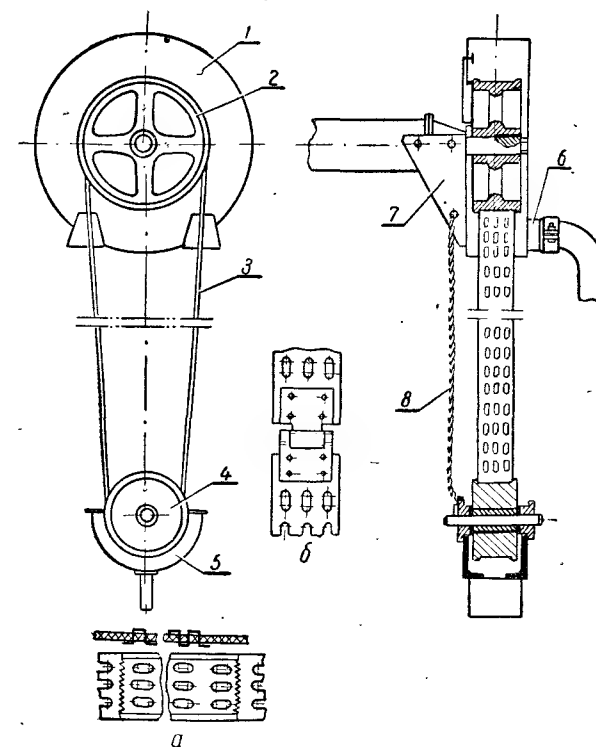


Рис. 15. Ленточный водоподъемник агрегата ВП-3М:

а и б — варианты сшивки ленты; 1 — водосборник; 2 — приводной шкив; 3 — лента; 4 — натяжной шкив с грузом; 5 — волнорез; 6 — сливной патрубок; 7 — кронштейн; 8 — трос.

Для лучшего сцепления с водой лента перфорирована.
Так как вода поднимается только благодаря силам молекулярного сцепления, дополнительного напора воды в этом случае не будет.

Техническая характеристика

Тип водоподъемника	ленточный
Диаметр ветроколеса, м	3
Мощность на валу ветроколеса, л. с.	1,0
Число лопастей	18
Скорость вращения ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек, об/мин	60—90
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	3—15
Скорость ветра, при которой начинает действовать система регулирования ветроколеса, м/сек	7—8
Предельная высота подъема воды, м	25
Передаточное отношение от ветроколеса к шкиву водоподъемника	1:5,1
Расстояние от поверхности земли до оси ветроколеса, м	5,6
Расстояние от поверхности земли до оси шкива водоподъемника, м	2,2
Вес ветроводоподъемника без комплекта монтажных приспособлений, кг	338
Вес ветроводоподъемника с комплектом монтажных приспособлений, кг	360

Производительность

Высота подъема воды, м	Скорость ветра, м/сек					
	3	4	5	6	7	8 и выше
	производительность, м³/ч					
6	0,3	0,9	1,5	2,1	2,7	3,1
12	0,1	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
18	0,06	0,45	1,05	1,6	2,3	2,9
24	0,04	0,4	1,0	1,5	2,1	2,6

С 1967 года предполагается выпускать агрегат ВТЛ-3, который будет отличаться от агрегата ВП-ЗМ тем, что его башня выполнена не трубчатой на оттяжках, а свободстоящей, и ветроколесо не велосипедного, а обычного типа (как у ветродвигателя установки «Чайка»).

ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИК ВВ-3

Предназначен для подъема воды из шахтных колодцев и буровых скважин диаметром не менее 4 дюймов и глубиной до 15 м. Его используют на пастбищах отгонного животноводства, ското-

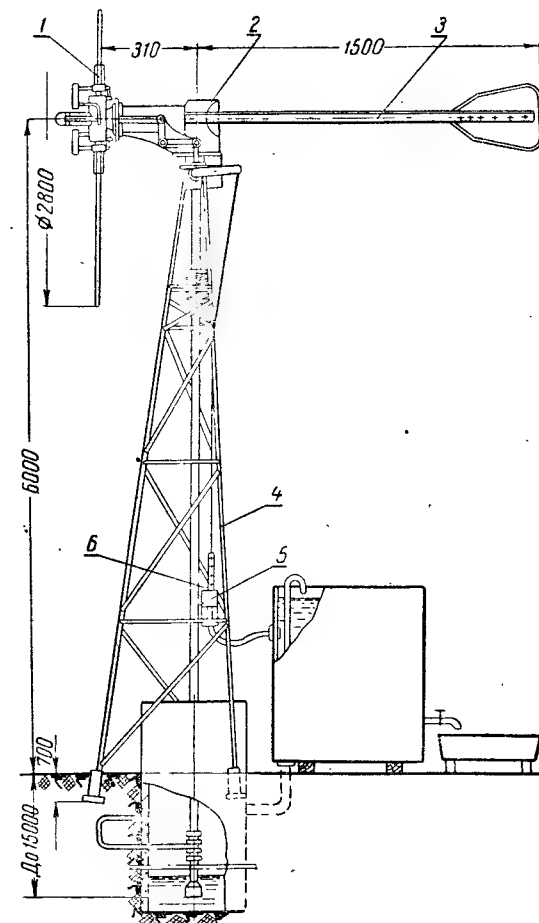


Рис. 16. Ветроводоподъемник ВВ-3:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — башня; 5 — водоподъемник; 6 — механизм управления.

прогонных трассах, животноводческих фермах и полевых станах, устанавливая непосредственно над водоисточником.

Среднегодовая скорость ветра должна быть выше 3,5 м/сек.

Ветроводоподъемник состоит из ветроколеса 1 (рис. 16), головки 2, хвоста 3, башни 4, водоподъемника (инерционного насоса) 5 и механизма 6 ручного управления с устройством для автоматического пуска и останова агрегата.

Ветроколесо быстрого типа с двумя дуралюминиевыми лопастями снабжено системой центробежно-аэродинамического регулирования скорости вращения. Махи лопастей укреплены на

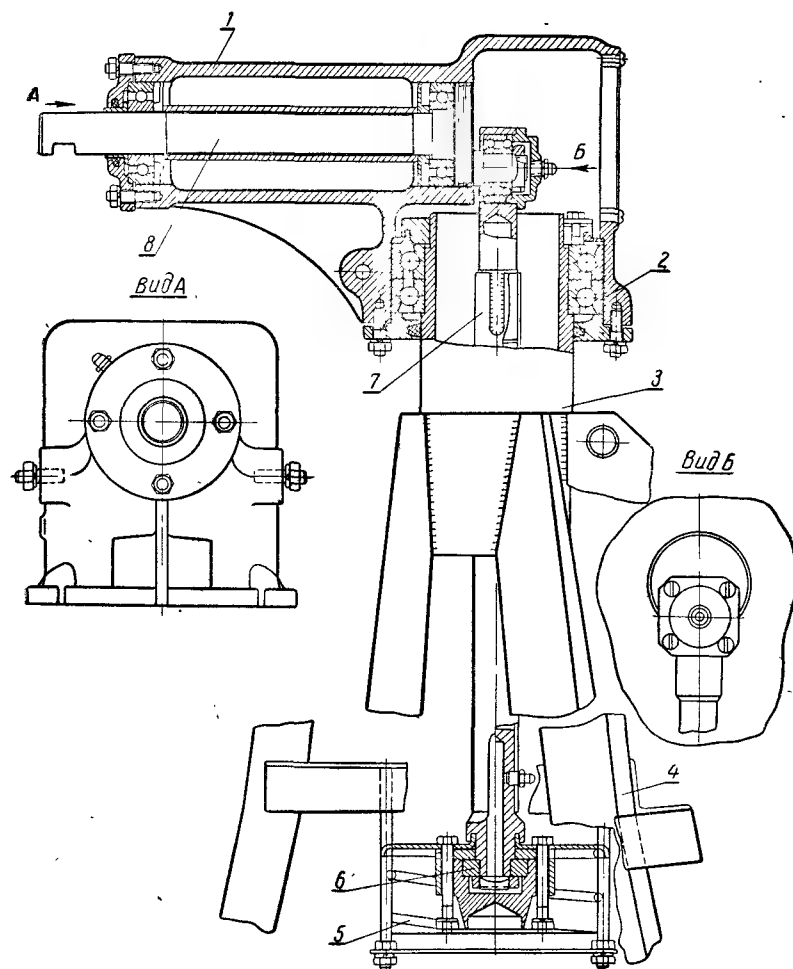


Рис. 17. Головка ветроводоподъемника ВВ-3:

1 — корпус; 2 — опорный подшипник; 3 — штырь; 4 — верхний отсек башни; 5 — пружина; 6 — вертлюг; 7 — штанга; 8 — вал.

шарикоподшипниках во втулке. Поэтому лопасти в зависимости от числа оборотов ветроколеса и скорости ветра, поворачиваясь под действием регулятора, могут устанавливаться на соответствующие углы заклинивания φ ; чем выше скорость, тем меньше угол φ .

Головка состоит из литого корпуса 1 (рис. 17), верхнего отсека 4 башни со штырем 3 и двух опорных шарикоподшипников 2, служащих для свободного поворота головки при ее ориентации относительно направления ветра.

На конце вала 8 ветроколеса имеется кривошип, на котором в двух роликоподшипниках укреплен штанга 7. Вертлюг 6, установленный на ее нижнем конце, допускает поворот головки относительно вертикальной оси.

В нижней части головки под вертлюгом установлена центральная пружина 5. Ее усилие сжатия компенсирует вес водоподъемной трубы, что облегчает пуск ветроводоподъемника и делает его работу более плавной.

Хвост четырьмя болтами крепится к приливам головки. Он состоит из двух уголков и оперения.

Башня трехгранная, состоит из трех основных уголков, трех поясов и раскосов, придающих башне необходимую жесткость. В верхней части основные уголки болтами соединяют с головкой, а внизу — с уголками фундаментов, выполненных в виде отдельных железобетонных тумб.

Водоподъемник (инерционный насос) состоит из отдельных труб, которые соединяют с помощью фланцев 1 (рис. 18), втулок 3 и болтов 2. Из литой переходной муфты 4, установленной после верхнего отсека, вода по гибкому резиновому шлангу 5 отводится в напорный трубопровод или сливается в бак. На нижнем отсеке водоподъемной трубы с помощью муфты 9 на резьбе укреплен корпус 8 клапана. В корпусе помещен резиновый клапан 6, величину подъема которого определяет ограничитель 7. Общий подъем клапана 3 мм.

Для уменьшения поперечных колебаний водо-

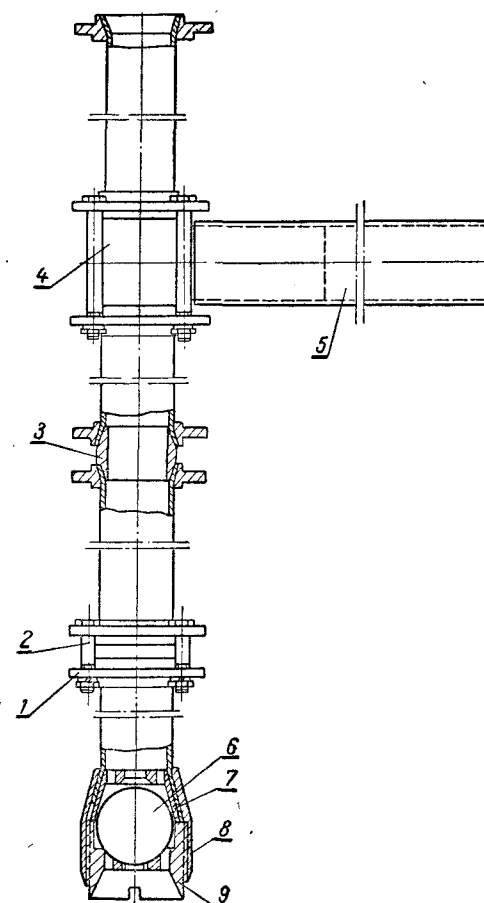


Рис. 18. Инерционный насос ветроводоподъемника ВВ-3:

1 — фланец; 2 — болт; 3 — втулка; 4 — переходная муфта; 5 — резиновый шланг; 6 — резиновый клапан; 7 — ограничитель подъема клапана; 8 — корпус клапана; 9 — муфта.

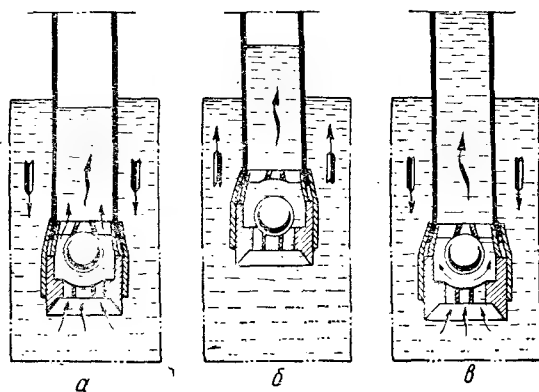


Рис. 19. Принцип работы инерционного насоса ветроводоподъемника ВБ-3:

а — ход трубы вниз — заполнение жидкостью водоподъемной трубы; б — ход трубы вверх — подача жидкости; в — ход трубы вниз — новый цикл заполнения трубы жидкостью.

приподнимается (рис. 19) и пропускает порцию воды в трубу (положение а). В начале хода трубы вверх клапан закрывает проходные отверстия и столб воды вместе с трубой поднимается с некоторым ускорением вверх (положение б). При следующем ходе трубы вниз столб воды по инерции продолжает двигаться вверх, образуя над клапаном разрежение. Вследствие этого клапан опять поднимается и пропускает воду из водоемника в трубу (положение в). В результате быстрого перемещения трубы вверх и вниз вода благодаря энергии, передаваемой ей от трубы, нагнетается в бак или водонапорную башню.

При наполнении бака водой ветроводоподъемник автоматически останавливается.

Механизм регулирования скорости вращения ветроколеса состоит из двух центрально расположенных пружин 10 и 11 (рис. 20), центробежных грузов 3 и деталей кинематической связи лопастей: направляющей втулки 9, скользящей по валу, стяжных регулируемых гаек (тандеров) — 13 и двух поводков 12.

Центробежные грузы жестко связаны с лопастями, а через поводки и тандеры — с муфтой 7 регулятора. При сжатии пусковой (малой) пружины 10 муфта скользит по втулке 9, а при сжатии основной пружины 11 муфта вместе с втулкой перемещается по стержню регулятора.

Если ветроколесо неподвижно, муфта 7 пружинами прижата к гайке 8 на конце стержня регулятора и лопасти занимают пусковое положение (рис. 20, а), т. е. установлены под большими углами. В этом случае ветроводоподъемник начинает работать при

подъемной трубы ее гибкими растяжками из прорезиненного ремня центрируют вдоль башни. Растяжки расположены тремя ярусами.

Водоподъемник работает следующим образом. При вращении ветроколеса кривошип сообщает водоподъемной трубе с насосом возвратно-поступательное движение с частотой до 420 колебаний в 1 мин при ходе (амплитуде) 46 мм.

Во время движения водоподъемной трубы вниз клапан

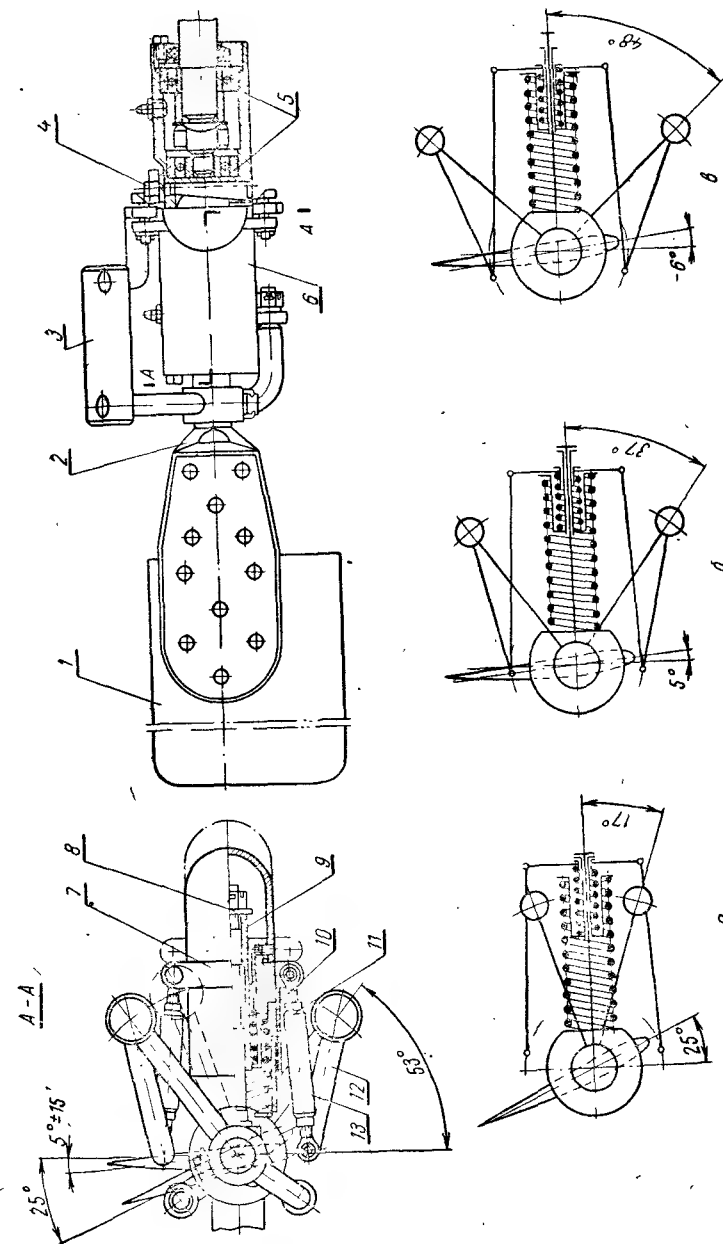


Рис. 20. Механизм регулирования ветроводоподъемника ВБ-3:

положения механизма регулирования: а — пусковое; б — рабочее; в — при регулировании; 1 — лопасть; 2 — мах; 3 — центробежный груз; 4 — клин; 5 — подшипник; 6 — муфта; 7 — упорная гайка; 8 — направляющая втулка; 9 — направляющая втулка; 10 — пусковая пружина; 11 — основная пружина; 12 — поводок; 13 — стяжная регулируемая гайка.

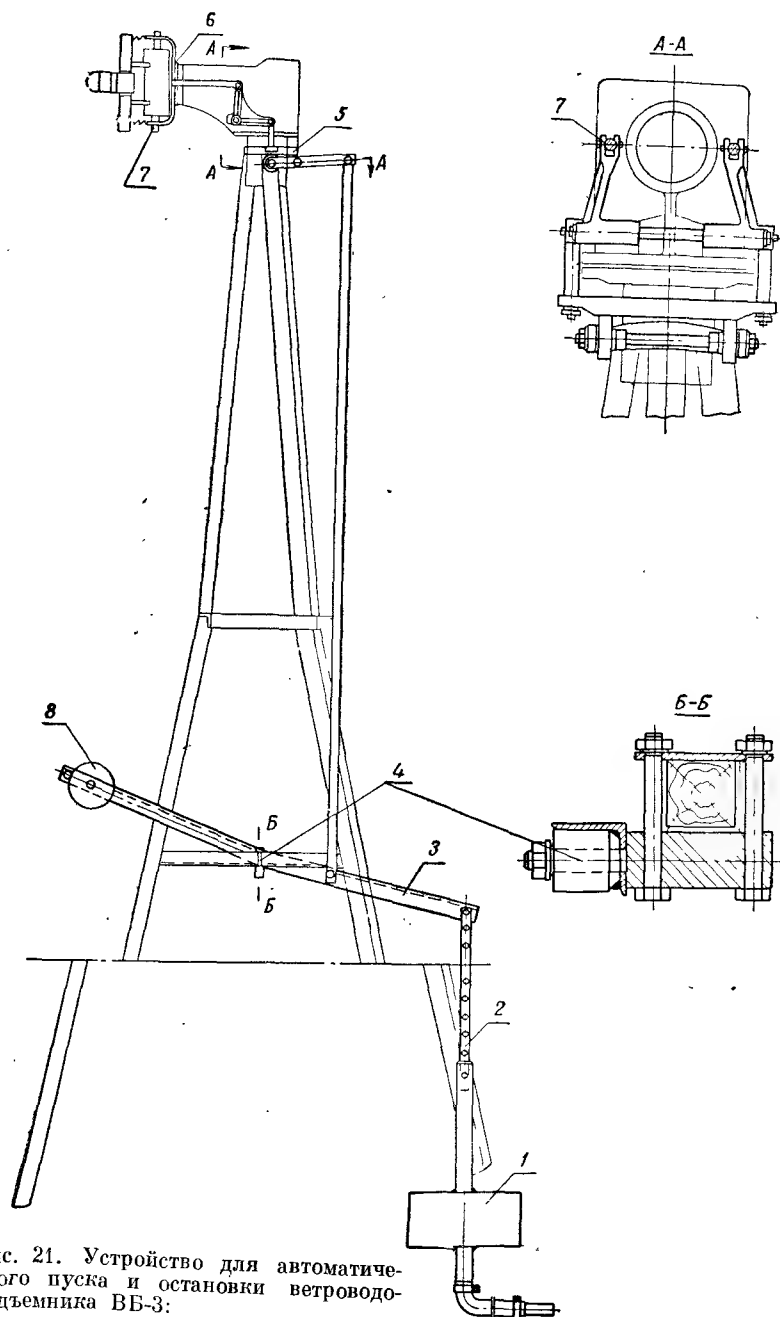


Рис. 21. Устройство для автоматического пуска и остановки ветроводоподъемника ВВ-3:

1 — балластный бачок; 2 — тяга; 3 — рычаг; 4 — ось; 5 — вертикальный диск; 6 — нажимной диск; 7 — поводок с роликом; 8 — противовес.

небольшой скорости ветра. По мере раскручивания колеса и увеличения скорости вращения центробежные силы грузов, преодолевая сопротивление малой пружины, перемещают муфту регулятора и поворачивают лопасти из пускового положения в рабочее (рис. 20, б).

При дальнейшем увеличении числа оборотов центробежные силы грузов сжимают основную пружину, поворачивая лопасти в сторону уменьшения углов заклинивания. При этом аэродинамический вращающий момент на колесе падает и скорость вращения уменьшается.

В момент начала регулирования углы становятся отрицательными (рис. 20, в). При снижении скорости потока и уменьшении числа оборотов ветроколеса центробежные силы грузов также уменьшаются, и основная пружина возвращает лопасти в первоначальное рабочее положение. Когда колесо вследствие снижения скорости ветра останавливается, малая пружина поворачивает лопасти в пусковое положение. Регулятор поддерживает номинальное число оборотов с отклонениями в пределах 10—15%.

Втулка с помощью конического штифта укреплена на валу колеса, который вращается на двух радиальных шарикоподшипниках, размещенных в корпусе головки.

Устройство для автоматического пуска и остановки ветроводоподъемника представляет собой балластный бачок 1 (рис. 21), заполненный водой. Под действием веса бачка тяга 2 поворачивает рычаг 3 на оси 4. При этом через систему тяг, рычагов и вертикальный диск 5 приводится в движение нажимной диск 6. Перемещаясь в сторону втулки ветроколеса, диск нажимает на поводки 7 с роликами и поворачивает лопасти на отрицательный угол (-3°).

При этом происходит аэродинамическое торможение. Дальнейшее перемещение диска вперед и его прижатие к втулке ветроколеса вызывают механическое торможение — колесо полностью останавливается.

Когда уровень воды в резервном баке понижается, балластный бачок опорожняется. Противовес 8 рычага 3 возвращает механизм в исходное рабочее положение: нажимной диск отходит от втулки колеса и малая пружина ставит лопасти в пусковое положение — агрегат подготовлен к работе.

Чтобы принудительно (вручную) остановить двигатель, бачок перемещают вниз и в этом положении закрепляют к уголку башни.

Техническая характеристика

Диаметр ветроколеса, м	2,8
Число лопастей	2
Расчетное число оборотов в минуту ветроколеса при скорости ветра 5 м/сек	420
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	3—30

Минимальная скорость ветра, при которой ветроколесо начинает вращаться, м/сек
Ограничение числа оборотов ветроколеса

3,5
автоматическое, центробежно-аэродинамическое, поворотом лопастей относительно их продольных осей

Ориентация головки по направлению потока автоматическая, с помощью хвоста

Ход водоподъемной трубы, мм

Максимальная глубина водоносника, с которой можно поднимать воду, м

Максимальный суммарный напор, м

Расстояние от поверхности земли до оси ветроколеса, м

Вес агрегата (без фундаментов), кг

46

15

30

6

205

Производительность

Суммарный напор, м	Скорость ветра, м/сек				
	3,0	3,5	4,0	4,5	5 и выше
	производительность, м³/ч				
12	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
30	—	0,2	0,6	1,3	2,0

БЫСТРОХОДНАЯ ВЕТРОУСТАНОВКА ВВУ-3

Предназначена для подъема воды из шахтных колодцев глубиной до 30 м в районах со среднегодовыми скоростями ветра выше 4 м/сек. Ее рекомендуется применять в комплексе с резервным баком объемом более 15 м³ на пастбищах и скотопрогонных трассах Казахстана, Астраханской, Ростовской, Оренбургской областей, Ставропольского, Алтайского краев, а также на полевых станах, небольших животноводческих фермах и для полива огородных участков.

Вода, поднимаемая ленточным водоподъемником, может подаваться в бак на высоту не более 2 м.

В комплекте с тракторным генератором Г-66 ветроустановка может быть использована для зарядки аккумуляторных батарей, для освещения и радиофикации жилища чабана.

Ветроустановка состоит из следующих основных узлов: ветроколеса 2 (рис. 22), головки 11 с регулятором 1, хвоста 10, мачты 3 с растяжками 5, нижнего редуктора 6, ленточного водоподъем-

ника 8, устройства 4 для автоматического пуска и остановки и опоры с основанием.

Ветроколесо имеет три полых лопасти 1 (рис. 23) с обшивкой из тонколистовой стали. На махе 2 лопасти, на котором винтом 3 закреплен центробежный груз 4 регулятора скорости вращения ветроколеса, установлены два шарикоподшипника 5 и 6. Лопасть с подшипниками закреплена в расточках чугунной ступицы 7. Благодаря этому лопасти могут поворачиваться относительно своих продольных осей. Ветроколесо радиальным болтом-клином укреплено на горизонтальном валу головки.

Головка с регулятором представляет собой одноступенчатый повышающий конический (верхний) редуктор с передаточным отношением 1:1,38. Вращение от ветроколеса передается вертикальному валу 11 (рис. 24) и через промежуточный вал валу нижнего редуктора.

Чугунный корпус 5 редуктора шестью винтами прикреплен к плите 7 со штырем 9. Два шарикоподшипника 10 установлены в опорном стакане 18, что дает возможность свободно поворачиваться головке относительно вертикальной оси при изменениях направления ветра. На головке установлены тяга 4, рычаг 6 и кронштейн 8 механизма выключения ветроустановки.

На стакане имеется подвижная вертикальная муфта 12, служащая для принудительного пуска и остановки двигателя. С помощью фланца и болтов опорный стакан прикреплен к мачте.

Регулятор в зависимости от скорости вращения ветроколеса автоматически поворачивает лопасти, поддерживая заданное число оборотов. Регулирование осуществляется благодаря комбинированному действию сил: 1) развиваемых центробежными грузами 3 (рис. 25), малой пусковой пружиной 8 и основной пружиной 10; 2) аэродинамических, возникающих на лопастях; 3) составляющих центробежных сил от массы лопастей.

Закрепленные на лопастях с помощью державок 2 грузы поводками 1 и тягами 4 шарнирно соединены с муфтой 5 регулятора, которая неподвижно укреплена на втулке 7. Вместе с ней они благодаря силам, действующим в регуляторе, могут передвигаться вдоль тяги 6.

Работа регулятора подобна действию механизма регулирования ветроводоподъемника ВВ-3. При неподвижном ветроколесе муфта 5 вместе с втулкой 7 под действием пусковой пружины 8 перемещается в левое крайнее положение, увлекает за собой тяги 4, которые поворачивают лопасти в положение «на пуск». При этом угол между хордой сечения лопасти и плоскостью вращения будет равен 30°.

При скоростях ветра 3—3,5 м/сек ветроколесо начинает вращаться. Когда скорость вращения становится равной 70—80 об/мин, центробежные силы грузов сжимают пусковую пружину, муфта 5 перемещается до упора в неподвижно закрепленный на тяге

стакан 9, вследствие чего лопасти поворачиваются на рабочий угол, равный 7° . Это положение сохраняется при скоростях ветра, меньших 6—8 м/сек (в зависимости от нагрузки).

При увеличении скорости ветра и скорости вращения регулятор поворачивает лопасти на меньший угол заклинивания, а при очень больших скоростях ветра лопасти устанавливаются на отрицательные углы.

Чтобы остановить ветроколесо, натягивают трос устройства для пуска и остановки, который действует на наконечник 14 и стакан 13 тяги, при этом большая пружина сжимается, перемещая в крайнее положение тягу регулятора в направляющих втулках 11 и 12. При изменении направления ветра головка ориентируется автоматически с помощью хвоста.

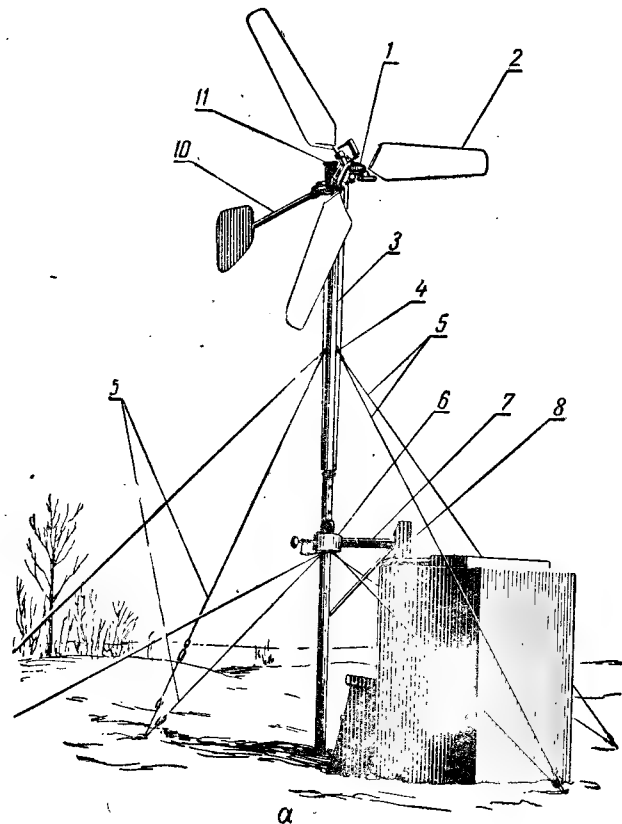
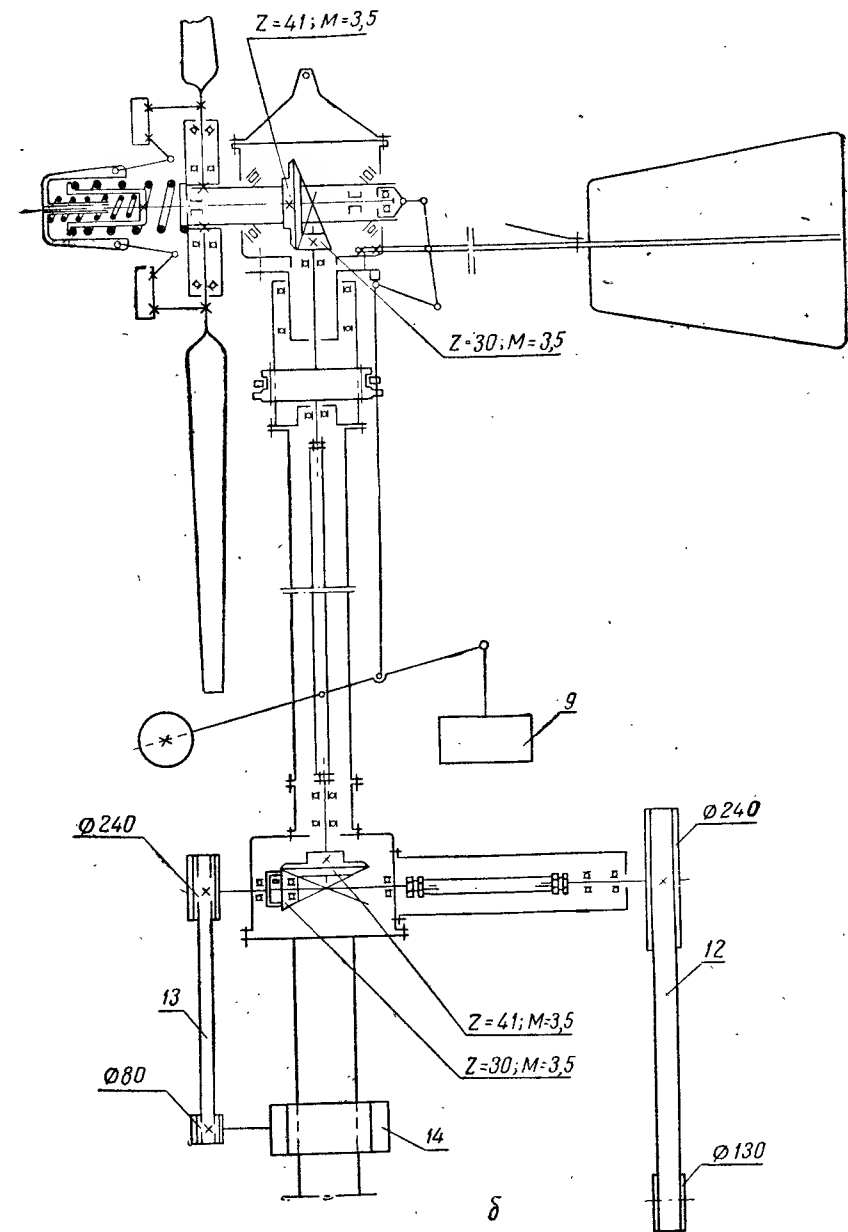


Рис. 22. Быстроходная ветроустановка ВВУ-3:

а — общий вид; б — кинематическая схема; 1 — регулятор; 2 — ветроколесо; 3 — нижний редуктор; 7 — рукав водоподъемника; 8 — ленточный водоподъемник; 13 — клиновой ремень; 14 — генератор Г-66.



б — кинематическая схема; 4 — устройство для автоматического пуска и остановки; 5 — растяжки; 6 — мачта; 9 — балластный бачок; 10 — хвост; 11 — головка; 12 — перфорированный ремень (60 × 4);

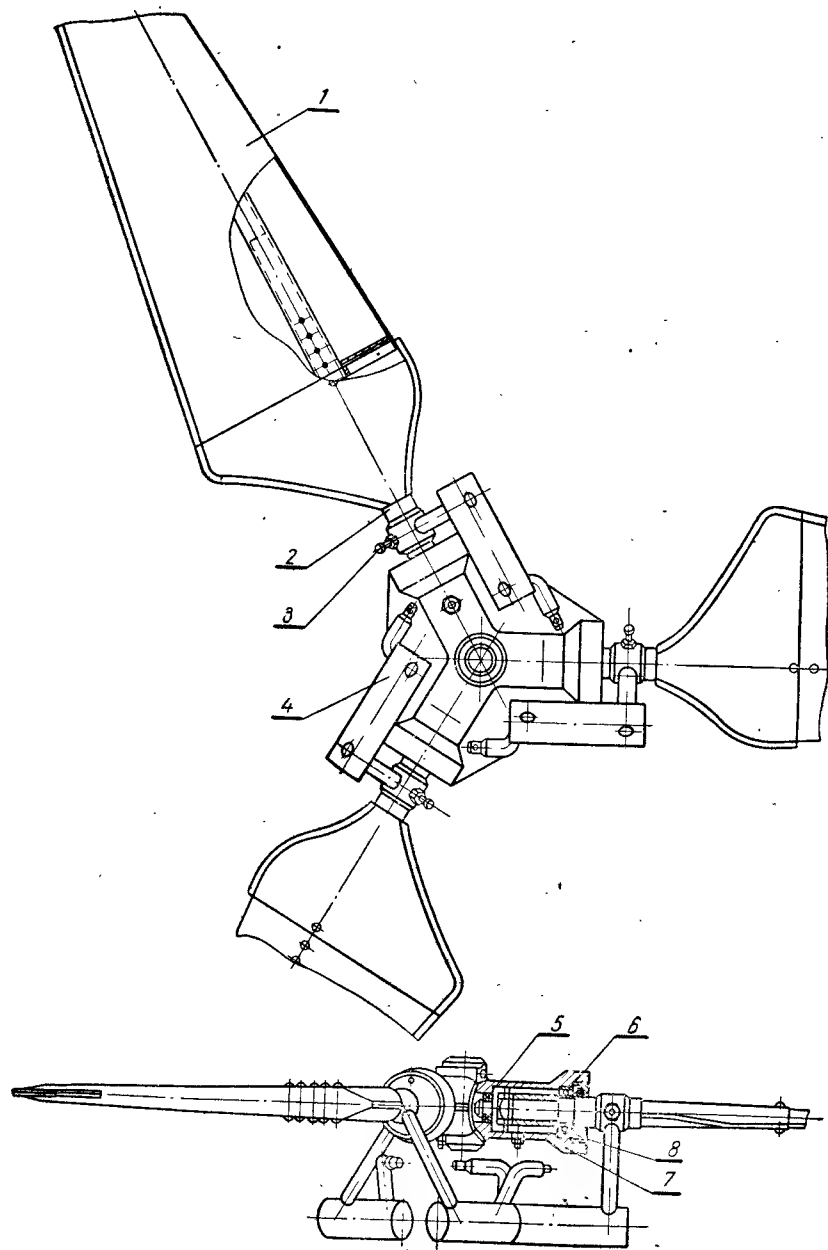


Рис. 23. Ветроколесо агрегата ВВУ-3:

1 — лопасть; 2 — мах; 3 — винт; 4 — центробежный груз; 5 и 6 — шарикоподшипники; 7 — ступица; 8 — гайка.

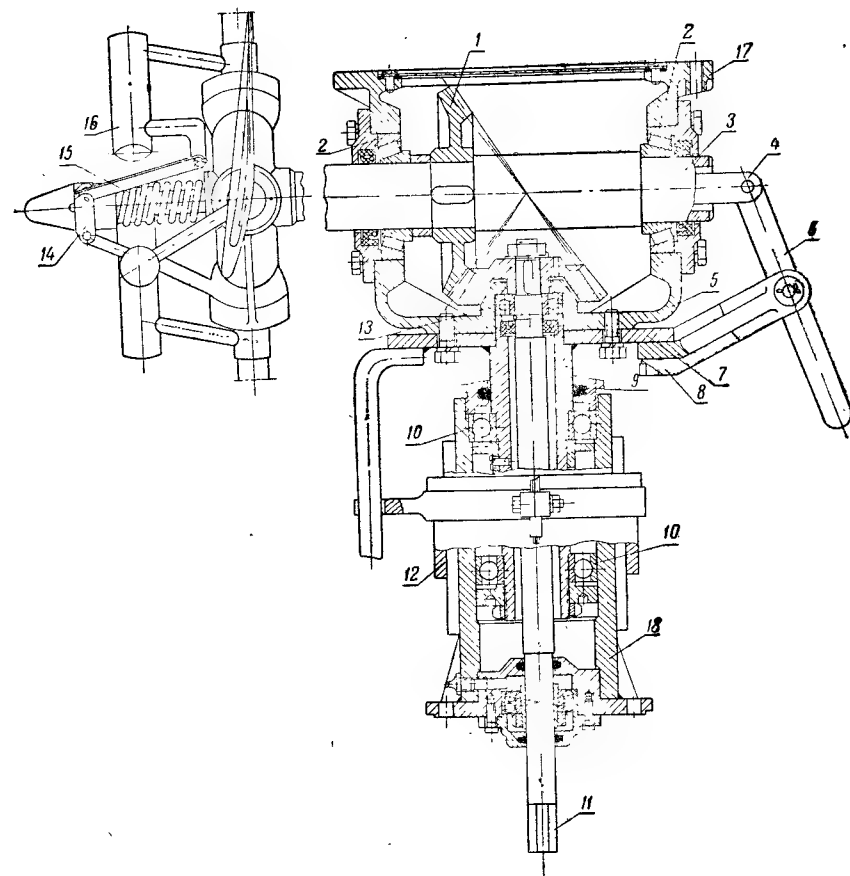


Рис. 24. Головка ветроустановки ВВУ-3 с регулятором:

1 — шестерня; 2 — подшипник редуктора; 3 — главный вал; 4 — тяга; 5 — корпус редуктора; 6 — рычаг; 7 — опорная плита; 8 — кронштейн; 9 — штырь; 10 — опорный подшипник; 11 — вертикальный вал; 12 — вертикальная муфта; 13 — подшипник вертикального вала; 14 — муфта регулятора; 15 — пружина регулятора; 16 — груз регулятора; 17 — крышка редуктора; 18 — опорный стакан.

Хвост прикреплен четырьмя болтами к корпусу головки и дополнительно расчален трубой. Он состоит из основной трубы с двумя уголками, оперения и растяжки. Для компенсации реактивного момента головки конец хвоста отогнут на угол 30° влево, если смотреть со стороны ветроколеса.

Мачта имеет верхний отсек, опору и основание. Она раскреплена в вертикальном положении шестью растяжками, расположенными в два яруса и прикрепленными к трем анкерам, забетонированным в землю.

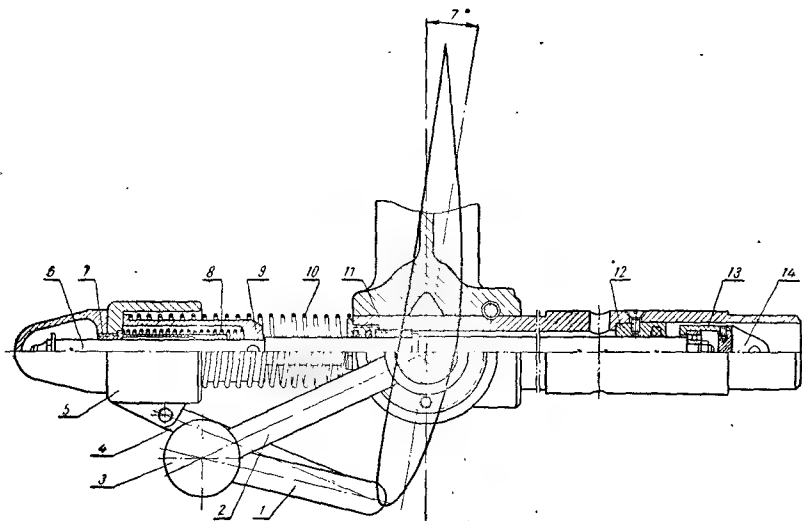


Рис. 25. Регулятор ветроколеса агрегата ВВУ-3 (лопасть в рабочем положении):

1 — поводок; 2 — державка; 3 — груз; 4 и 6 — тяги; 5 — муфта; 7 — втулка; 8 — пусковая пружина; 9 — стакан; 10 — основная пружина; 11 и 12 — направляющие втулки; 13 — стакан тяги; 14 — наконечник.

Внутри верхнего отсека, который соединяет головку с корпусом нижнего редуктора, проходит промежуточный вертикальный вал. Основание представляет собой сваренную из уголков ферму, имеющую ушки для шарнирного соединения с опорой.

Растяжки первого и второго ярусов натягивают стяжными гайками и крепят к анкерам. Для надежной фиксации растяжек анкер имеет рычаг и опорную плиту.

Нижний редуктор представляет собой пару шестерен с передаточным отношением 1 : 1,38. Горизонтальный вал 1 (рис. 26) редуктора через промежуточный вал 2, проходящий в рукаве (горизонтальной трубе) 3, соединен полумуфтами с валом 4, несущим на своем конце ведущий шкив 5 водоподъемника.

На другом конце вала укреплен шкив 6 привода генератора. Благодаря муфте 7 свободного хода, вмонтированной в малую коническую шестерню 8, шкив привода генератора при безветрии может быть использован для вращения водоподъемника с приводом от теплового или электрического двигателя.

Водоподъемник такой же, как у ветронасосного агрегата ВП-3М (см. рис. 15).

Устройство для автоматического пуска и остановки включает или выключает двигатель в зависимости от уровня воды в резервном баке. Оно подобно устройству у ветроводоподъемников ВП-3М и ВВ-3 и работает на принципе перетекания жидкости в сообщающихся сосудах.

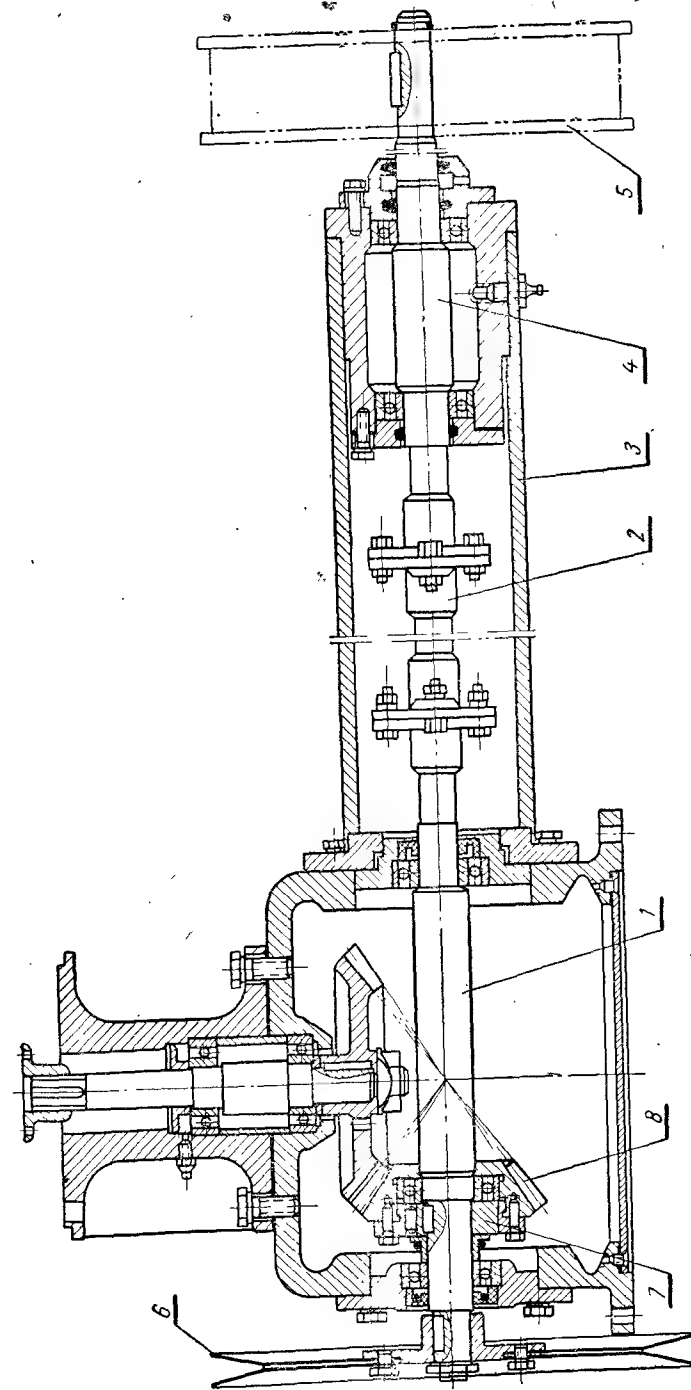


Рис. 26. Нижний редуктор ветроустановки ВВУ-3:

1 — горизонтальный вал; 2 — промежуточный вал; 3 — рукав; 4 — вал шкива; 5 — ведущий шкив водоподъемника; 6 — шкив привода генератора; 7 — муфта свободного хода; 8 — малая коническая шестерня.

Устройство представляет собой систему рычагов, к одному из которых подвешен балластный бачок, соединенный гибким резиновым шлангом с резервным баком. Когда уровень воды в баке поднимется до заданного предела, балластный бачок заполнится водой (15—20 кг) и переместится вниз. Рычаги сожмут большую пружину регулятора и лопасти займут нерабочее положение. При снижении уровня воды в баке и опорожнении бачка пружина возвращает лопасти в исходное пусковое положение.

Чтобы выключить ветроводоподъемник вручную или остановить на время выполнения ремонта или технического ухода, поворачивают трапециевидную скобу 11 (рис. 27) против часовой стрелки до соприкосновения с трубой мачты, а затем оттягивают балластный бачок вниз до тех пор, пока скоба не упрется в упор 14.

Техническая характеристика

Диаметр ветроколеса, м	3
Число лопастей	3
Мощность на валу ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек, л. с.	1,1
Расчетное число оборотов в минуту ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек	280—300
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	3,5—25
Предельная высота подъема воды, м	30
Передаточное отношение от ветроколеса к шкиву водоподъемника	1:1,9
Регулирование скорости вращения ветроколеса	автоматическое, центробежно-аэродинамическое поворотом лопасти автоматическая, с помощью хвоста
Ориентация головки по направлению ветра	
Расстояние от поверхности земли до оси ветроколеса, м	5,5
Расстояние от поверхности земли до оси сливного патрубка водоподъемника, м	2,1
Вес комплектной ветроустановки, кг	342
Вес монтажных приспособлений, дополнительного оборудования и ремня, кг	43
Вес отдельно поставляемых генератора и аккумуляторных батарей 6-СТ-128, кг	80

Производительность

Высота подъема воды, м	Скорость ветра, м/сек					
	3	4	5	6	7	8 и выше
	производительность, м³/ч					
10	0,12	0,4	1,8	3,2	4,2	4,6
20	—	0,25	1,2	2,4	3,3	3,4

С 1967 года предполагается выпускать агрегат ВБЛ-3, который будет отличаться от ветроустановки ВВУ-3 тем, что его башня выполнена не трубчатой на оттяжках, а свободностоящей из угловой стали.

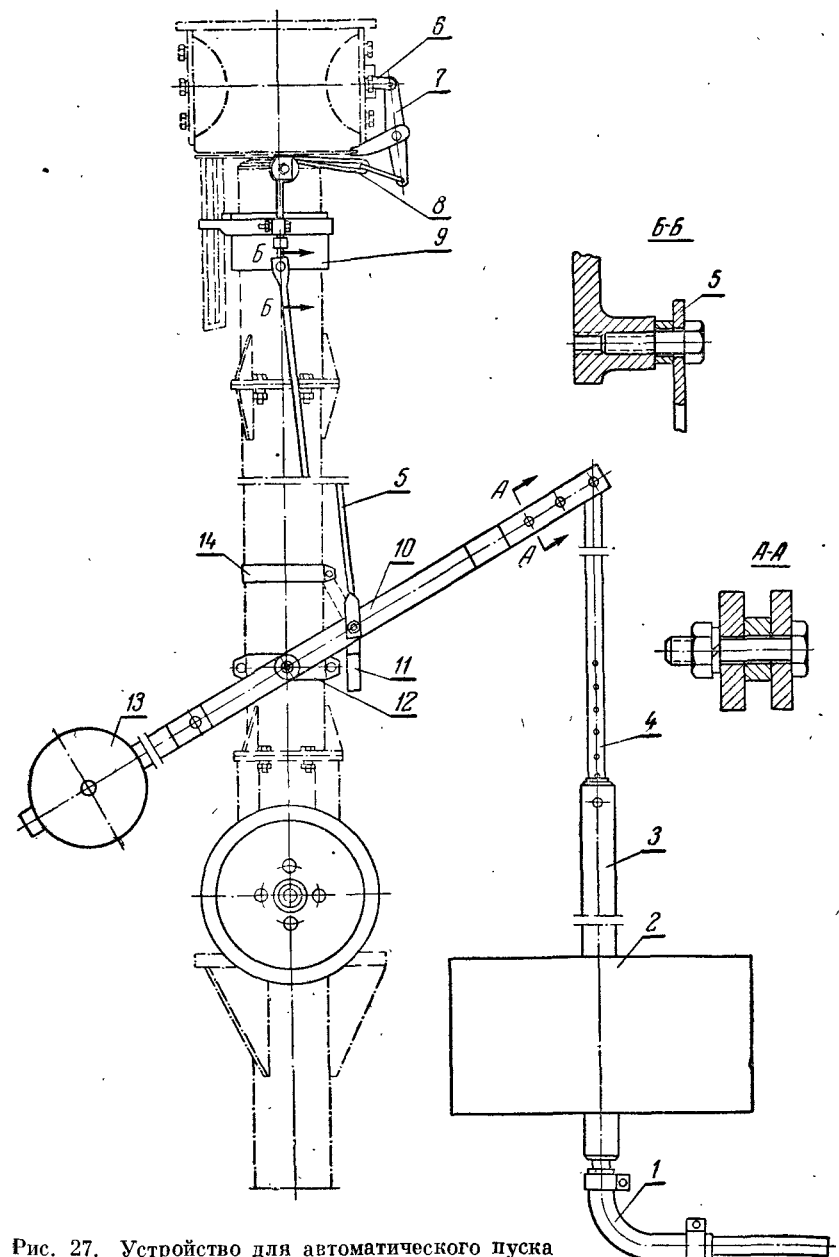


Рис. 27. Устройство для автоматического пуска и остановки ветроустановки ВВУ-3:

1 — шланг; 2 — балластный бачок; 3 — труба; 4 — регулировочная штанга; 5 — тяга; 6 — тяга регулятора; 7 — рычаг регулятора; 8 — трос; 9 — вертикальная муфта; 10 — рычаг; 11 — скоба; 12 — хомут; 13 — груз; 14 — упор.

Ветроэлектрические агрегаты

Ветроэлектрические агрегаты предназначены для освещения жилищ чабанов, полевых станов, юрт оленеводов, палаток и домиков различных экспедиций, сельских клубов, а также для питания сельских радиоузлов типа КРУ-2 или КРУ-10, приемников, телевизоров в местах, где среднегодовая скорость ветра больше 3,5 м/сек.

Агрегаты мощностью от 50 *вт* до 1,5 *квт* используют также для катодной защиты магистральных нефте- и газопроводов и питания автоматических метеостанций.

Агрегаты быстроходного типа с двухлопастными ветроколесами диаметром от 1 м (ВЭА-1) до 5 м (ВЭС-1-5) работают с буферными аккумуляторными батареями низкого напряжения (6—24 *в*), снабжены автоматическими регуляторами скорости вращения и автоматическими устройствами для ориентации ветроколеса на ветер.

Наряду с ветроэлектрическими агрегатами для освещения и радиофикации могут быть использованы и некоторые ветронасосные установки, имеющие электрическую трансмиссию (агрегаты «Беркут» и ВЭВ-1-6), а также насосные агрегаты, которые снабжены дополнительно небольшими генераторами (агрегаты «Буран» и ВВУ-3).

Для ветроэлектрических агрегатов малой мощности (50—200 *вт*) в качестве опоры используется обычно деревянный или железобетонный столб высотой 7—12 м, для агрегатов большой мощности — трубчатая металлическая опора с растяжками.

В настоящее время выпускается ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М, представляющий собой модернизированный агрегат ВЭ-2 ЦАГИ. Изготовлены также опытные агрегаты ВЭС-1-5.

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ ВЭ-2М

Основные узлы: двухлопастное ветроколесо 1 (рис. 28) диаметром 2 м, головка 2, хвост 3, стойка 4 и электрический щиток с аккумуляторной батареей.

Головка агрегата прикреплена с помощью стойки к опорному столбу 5.

Столб снабжен растяжками 6, площадкой 7, костылями 8, изоляторами 9 для подвески проводов, идущих от генератора к электрическому щитку, рычагом для ручного пуска и останки.

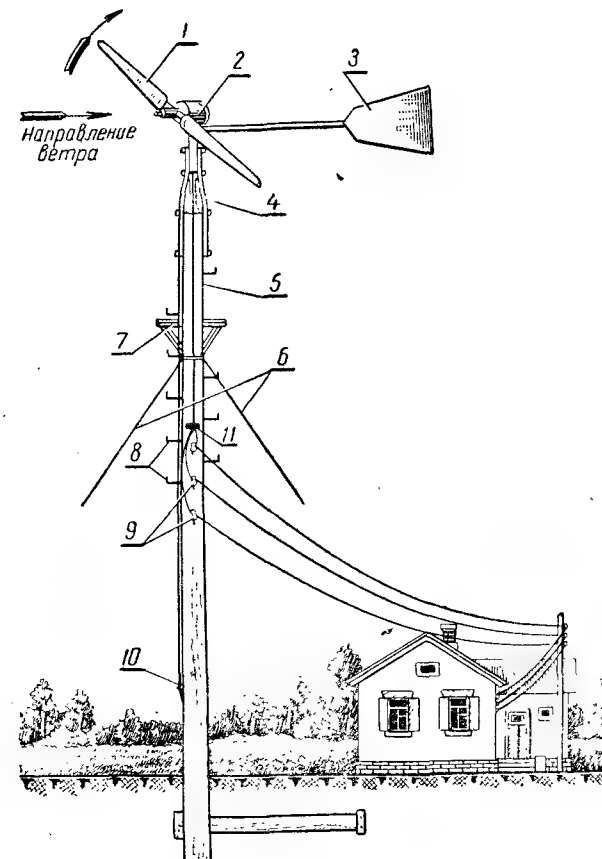


Рис. 28. Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — стойка; 5 — опорный столб; 6 — растяжки; 7 — площадка; 8 — костыли; 9 — изоляторы; 10 — рычаг тормоза; 11 — переходная коробка.

Агрегат имеет автоматический регулятор скорости вращения системы Е. М. Фатеева и Г. А. Печковского с пусковой пружиной для автоматического пуска ветроколеса при наивыгоднейшем угле установки лопастей. Поэтому агрегат начинает работать при малой скорости ветра.

Ветроколесо изготовлено с двумя пустотелыми металлическими лопастями 1 (рис. 29), махи которых посажены в подшипниках 7 и 8 втулки 9. Втулка закреплена с помощью клина 10 на валу генератора.

К маху каждой лопасти на державках 5 прикреплены грузы 2 с изогнутыми пальцами 3, которые шарнирно тягами 6 соединены

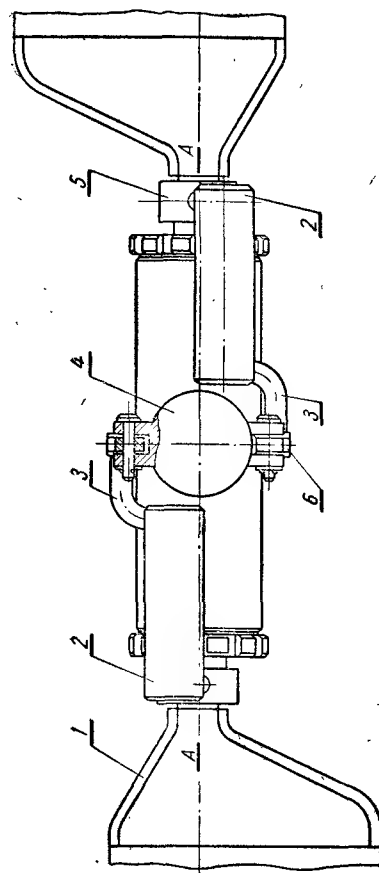


Рис. 29. Ветроколесо агрегата ВЭ 2М с регулятором скорости вращения:

а — положение «на пуск»; б — рабочее положение; 1 — лопасть; 2 — груз; 3 — палец; 4 — муфта; 5 — державка грузов регулятора; 6 — тяга; 7 и 8 — подшипники; 9 — втулка; 10 — кронштейн; 11 и 12 — колпачки; 13 — втулка; 14 — стержень; 15 — пружина; 16 — рабочая пружина; 17 — гайка.

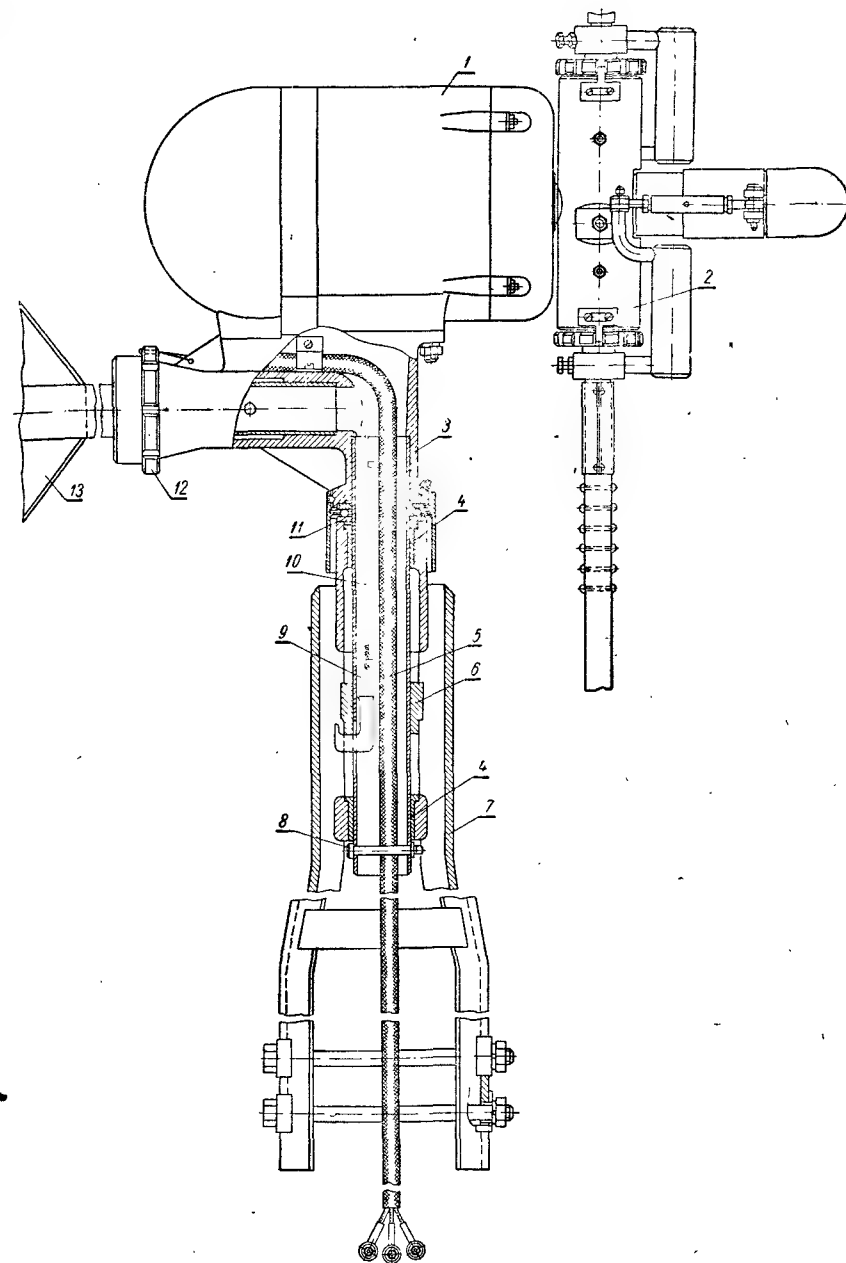
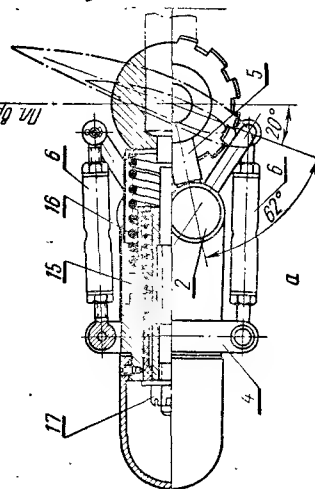
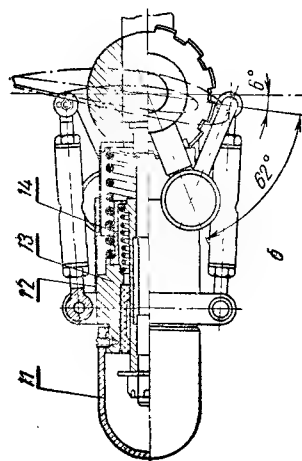
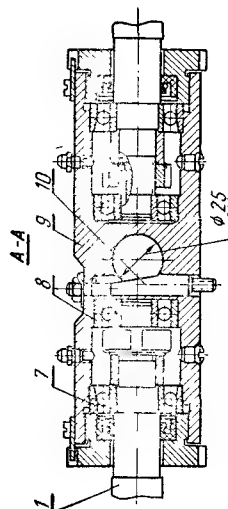


Рис. 30. Головка ветроэлектрического агрегата ВЭ-2М:

1 — генератор; 2 — ветроколесо с регулятором скорости вращения; 3 — стойка; 4 — направляющая втулка; 5 — кабель; 6 — тормозная муфта; 7 — кронштейн; 8 — палец; 9 — тормозной крючок; 10 — тормозная тяга; 11 — опорный подшипник; 12 — гайки хвоста; 13 — хвост.

с муфтой 4. Муфта скользит по валу генератора и упирается в гайку 17.

Регулятор работает следующим образом. Если колесо неподвижно (рис. 29, а), рабочая пружина 16 предварительно затянута и фиксируется стаканом 14, упирающимся в выступ втулки 13. Ход втулки 13 ограничен гайкой 17. Пусковая пружина 15 разжата, это обеспечивает установку лопастей «на пуск» (угол $\varphi_{\text{пуск}} = 20^\circ$), поэтому колесо начинает вращаться при максимальном пусковом моменте.

Когда скорость вращения колеса достигает заданной величины, пусковая пружина сжимается, втулка 13 упирается в стакан 14 — лопасти устанавливаются на рабочий угол (рис. 29, б). Когда возрастет скорость ветра и скорость вращения колеса станет выше заданной, рабочая пружина будет сжиматься под действием цен-

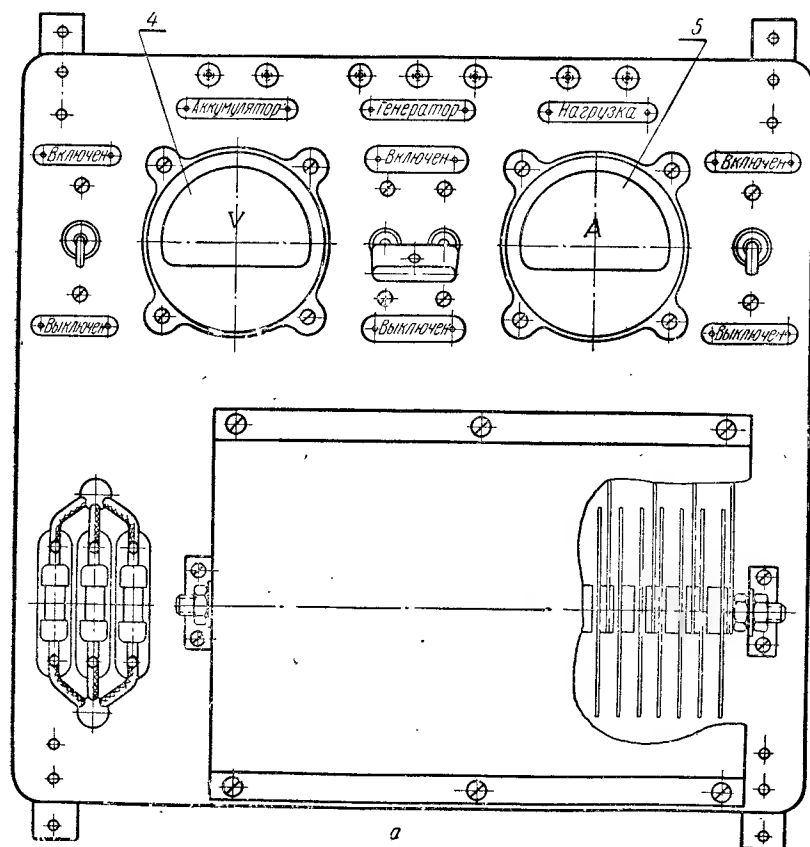


Рис. 31. Щиток ветроэлектрического агрегата ВЭ 2М:

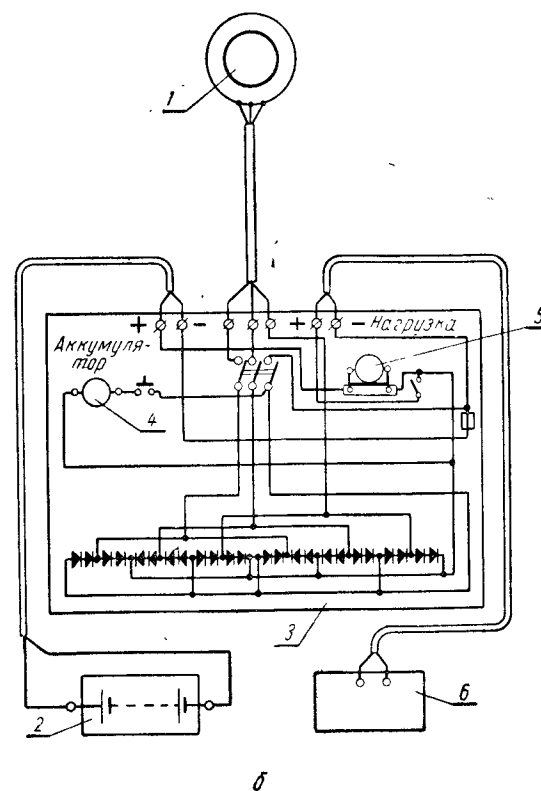
а — расположение приборов на щитке; б — электрическая схема щитка; 1 — генератор; 2 — аккумуляторная батарея; 3 — щиток; 4 — вольтметр; 5 — амперметр; 6 — потребитель энергии;

тробежных сил грузов и сил, действующих на лопасти. При перемещении груза повернут лопасти на меньший угол. Мощность ветроколеса уменьшится, а скорость его вращения останется близкой к заданной.

Пружины и муфты регулятора защищены от действия атмосферных осадков и пыли колпаками 11 и 12.

На стойке 3 (рис. 30), несущей хвост 13 с оперением, закреплен генератор 1 мощностью 130 вт, который выполнен магнитоэлектрическим с возбуждением от постоянных магнитов. В нем расположены трехфазная неподвижная статорная обмотка и ротор в виде восьмиполюсного постоянного магнита из сплава АН-3, вращающегося в шариковых подшипниках, которые смонтированы в обтекаемом закрытом корпусе из алюминиевого сплава.

В зависимости от способа соединения обмоток генератор вырабатывает ток напряжением 26 и 15 в.



2 — аккумуляторная батарея; 3 — щиток; 4 — вольтметр; 5 — амперметр; 6 — потребитель энергии;

Генератор соединен с электрическим щитком трехжильным кабелем, пропущенным сквозь трубу стойки.

Труба стойки может поворачиваться в упорном шариковом подшипнике и направляющей втулке 4, имеющей сменный вкладыш и закрепленной на кронштейне 7, с помощью которого агрегат монтируют на опорном столбе.

Электрический щиток имеет два селеновых выпрямителя АВС-90-99, собранных по трехфазной двухполупериодной схеме, амперметр 5 (рис. 31) и вольтметр 4 для контроля работы агрегата, выключатели, предохранитель и зажимы для присоединения нагрузки к аккумуляторной батарее 2. Чтобы остановить агрегат, тормозят вал генератора. Тросовая тяга тормоза выведена к рычагу, закрепленному на столбе опоры.

Агрегат может работать с одной или двумя аккумуляторными батареями типа 6-СТ-98 или 6-СТ-128 напряжением 12 или 24 в.

Техническая характеристика

Диаметр ветроколеса, м.....	2
Число лопастей.....	2
Регулирование скорости вращения.....	автоматическое, центробежно-аэродинамическое — поворотом лопасти в сторону уменьшения угла автоматическая, с помощью хвоста
Ориентация по направлению ветра.....	ГВА-0,16Т-26/15
Тип генератора.....	130
Номинальная мощность, вт.....	26/15
Напряжение, в.....	100
Мощность выпрямленного тока при скорости ветра 8 м/сек, вт.....	17—28,8
Напряжение выпрямленного тока, в.....	3—25
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек.....	51
Общий вес агрегата без опорного столба и аккумуляторных батарей, кг.....	6-СТ-98 или 6-СТ-128
Тип аккумуляторной батареи.....	

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ ВЭС-1-5

Предназначен для питания устройств катодной защиты трубопроводов в местах, удаленных от электрических сетей и станций. Его используют также для зарядки аккумуляторных батарей.

Устройство его таково.

От ветроколеса 1 (рис. 32) с автоматическим регулятором скорости вращения через редуктор 2 приводится во вращение генератор 3 переменного тока. Головка агрегата, кроме генератора и редуктора, имеет виндрозное устройство 4 для автоматической ориен-

тации на ветер и опорное устройство 5. Она закреплена на трубчатой опоре 6, которая оканчивается внизу шарнирной пятой 7. Опора имеет два яруса растяжек 8 и 9, лестницу 10, лебедку 11 механизма для ручного пуска и остановки. Внутри опоры проходят трос механизма пуска и остановки и электрический кабель. Для создания лучших условий работы виндрозное колесо расположено за башней, если смотреть со стороны набегающего потока.

Ветроколесо. Его устройство подобно устройству колеса ветроэлектрического агрегата ВЭ-2М. Оно имеет две цельнометаллические лопасти 1 (рис. 33), которые поворачиваются во втулке 2 в шариковых подшипниках 3 и 4. Радиально-упорный шариковый подшипник 3 несет всю нагрузку от центробежных сил, действующих на лопасти. Для уменьшения вылета колеса относительно опоры лопасти закреплены во втулке под углом 7° к его плоскости вращения.

Грузы 5 регулятора скорости вращения изогнутыми пальцами соединены с тягами 19 и муфтой 10.

Муфта перемещается по промежуточной втулке 11, сидящей на конце вала редуктора. Она соединена со стаканом 6 и может перемещаться вдоль вала.

Регулятор скорости вращения агрегата ВЭС-1-5 подобен регулятору агрегата ВЭ-2М и также имеет две пружины: пусковую 9 и рабочую 7. При сжатии пусковой пружины втулка муфты 10 упирается в бортик втулки 11 и через нее передает усилие на стакан и предварительно сжатую рабочую пружину.

В отличие от агрегата ВЭ-2М агрегат ВЭС-1-5 снабжен устройством для принудительной остановки колеса поворотом лопастей в сторону уменьшения угла их установки.

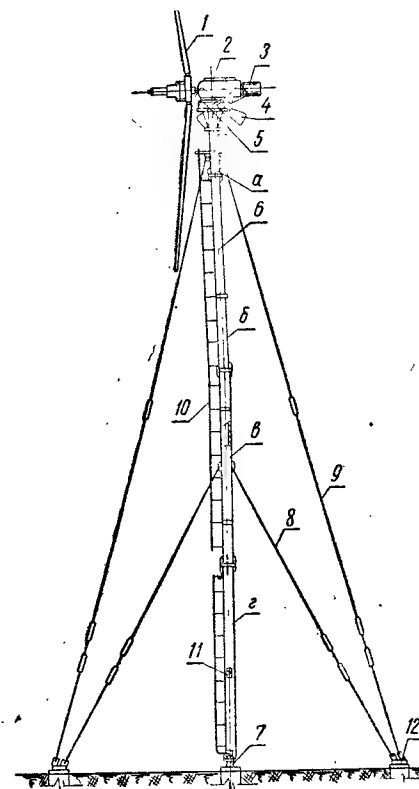


Рис. 32. Ветроэлектрический агрегат ВЭС-1-5:

1 — ветроколесо с регулятором скорости вращения; 2 — редуктор; 3 — генератор; 4 — виндрозное устройство для ориентации ветроколеса на ветер; 5 — опорное устройство; 6 — трубчатая опора (мачта); 7 — шарнирная пята; 8 — растяжка первого яруса; 9 — растяжка второго яруса; 10 — лестница; 11 — лебедка для ручного пуска и остановки; 12 — якорь растяжек; а, б, в и г — отсеки мачты.

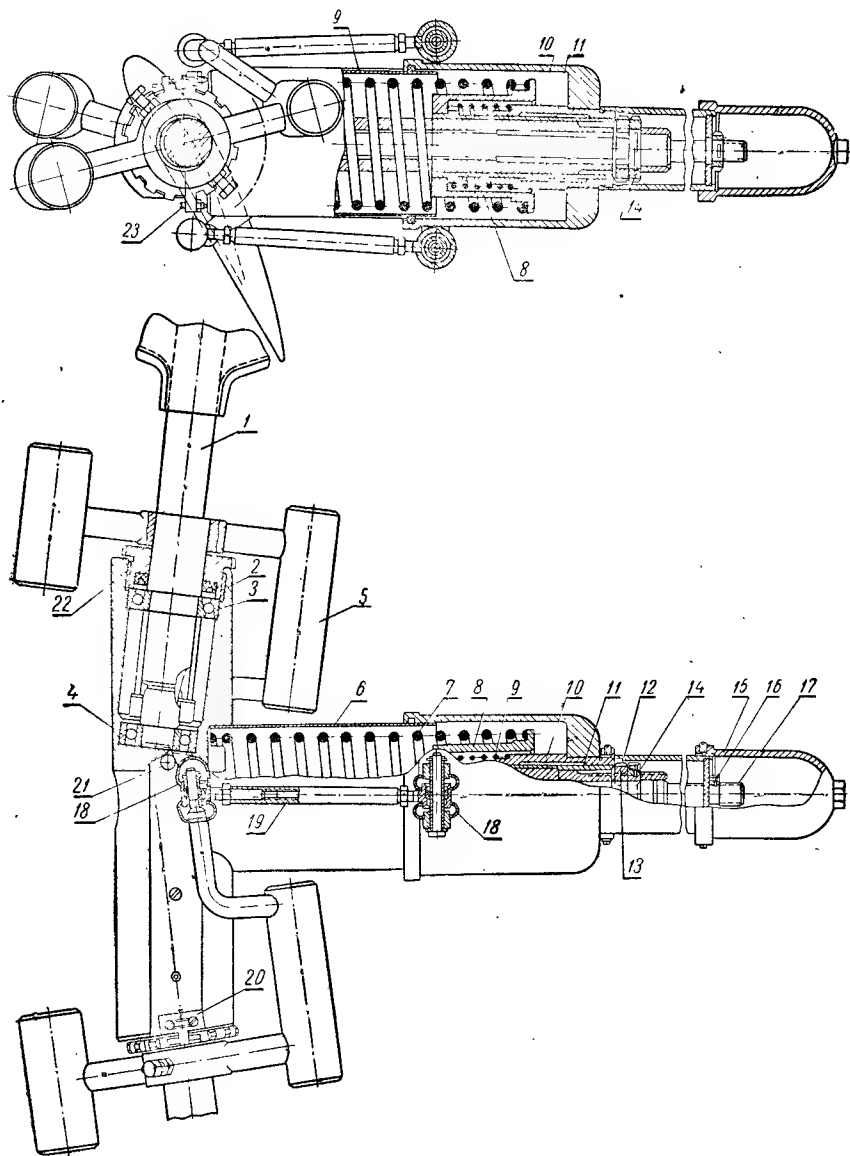


Рис. 33. Ветроколесо агрегата ВЭС-1-5 с регулятором скорости вращения:
 1 — лопасть; 2 — втулка; 3 и 4 — шариковые подшипники; 5 — груз регулятора;
 6, 8 и 12 — стаканы; 7 — рабочая пружина; 9 — пусковая пружина; 10 — муфта;
 11 — втулка; 13, 16 и 22 — гайки; 14 — контргайка; 15 — колпак; 17 — шток; 18 — ре-
 зиновый кожух; 19 — тяга; 20 — стопор; 21 — клин; 23 — винт.

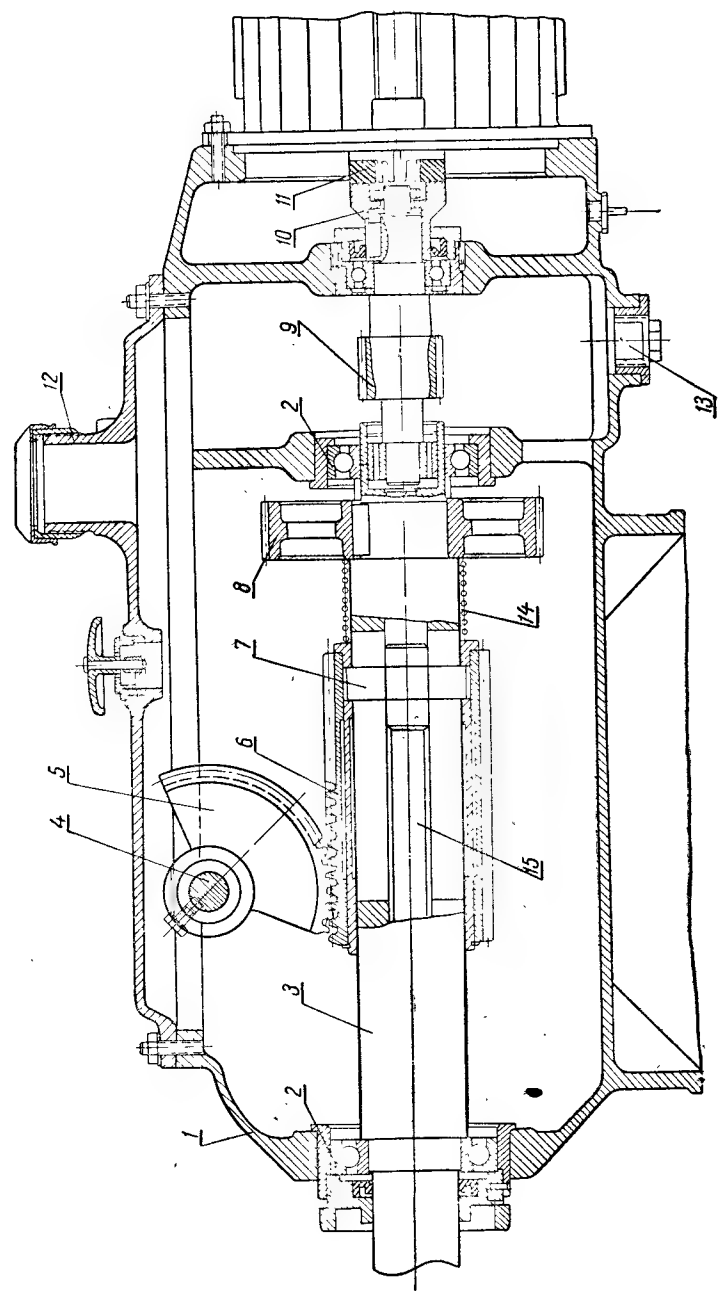


Рис. 34. Редуктор ветроэлектрического агрегата ВЭС-1-5:

1 — корпус редуктора; 2 — подшипник главного вала; 3 — главный вал; 4 — ось зубчатого сектора; 5 — зубчатый сектор;
 6 — рейка; 7 — палец; 8 и 9 — цилиндрические шестерни; 10 — муфта; 11 — резиновая звездочка; 12 — горловина редуктора;
 13 — пробка; 14 — вспомогательная пружина; 15 — тяга.

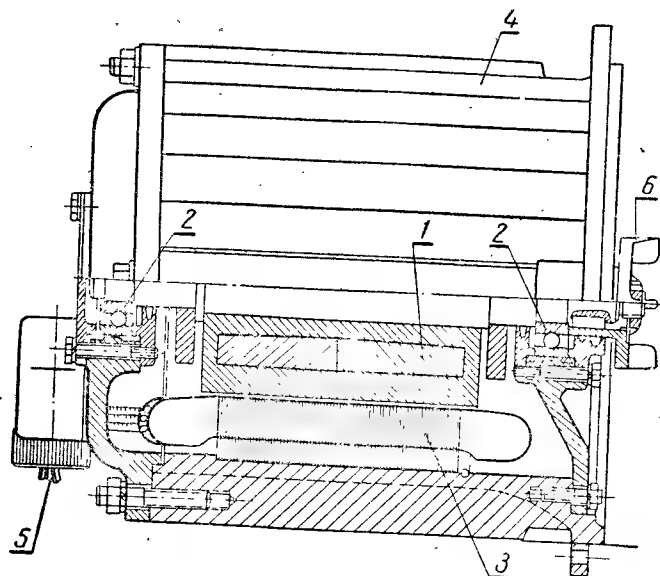


Рис. 35. Генератор ветроэлектрического агрегата ВЭС-1-5:

1 — ротор; 2 — шариковый подшипник; 3 — статор; 4 — корпус;
5 — вывод; 6 — муфта.

В этом устройстве натяжение троса лебедкой 11 (см. рис. 32) передается через систему рычагов и тяг зубчатому сектору 5 (рис. 34). Он находится в зацеплении с цилиндрической рейкой 6, с помощью которой перемещается связанная с муфтой 10 (см. рис. 33) тяга 15 (рис. 34), проходящая внутри главного вала 3.

Трос сжимает рабочую пружину, лопасти устанавливаются в нерабочее положение, и агрегат останавливается. При отпуске троса рабочая и пусковая пружины освобождаются, и лопасти занимают положение «на пуск». Вспомогательная пружина 14 в механизме пуска и остановки предотвращает вредное влияние веса троса и рычагов на работу регулятора.

Редуктор двухступенчатый с передаточным числом 11,3 состоит из двух пар цилиндрических шестерен 8 и 9, литого корпуса 1 с двумя радиально-упорными подшипниками 2 и главного вала 3.

На корпусе имеется фланец для крепления генератора, вал которого соединен с выходным валом редуктора упругой муфтой 10 с резиновой звездочкой 11.

Смазку заливают в корпус через горловину 12, а сливают через отверстие, закрываемое пробкой 13. Уровень смазки проверяют щупом.

Генератор — специальный, магнитоэлектрический, трехфазного переменного тока, мощностью 1 кВт при напряжении 127 в.

Ротор 1 (рис. 35) представляет собой восьмиполюсный постоянный магнит, вращающийся в шариковых подшипниках 2.

Статор 3 помещен в закрытый корпус 4, поверхность которого выполнена ребристой для лучшего охлаждения обмоток статора потоком воздуха, набегающим на ветроколесо.

Редуктор с генератором крепится к опорному устройству.

Опорное устройство. Корпус 1 (рис. 36) может поворачиваться в радиально-упорном подшипнике 2 (№ 46126), воспринимающем совместно со втулкой 5 трубы 4 нагрузку, действующую на головку. Труба 4 вращается во втулке опоры и обеспечивает поворот головки относительно вертикальной оси.

На внешнюю обойму подшипника 2 насажено червячное колесо 3, входящее в механизм автоматической ориентации на ветер. Колесо жестко прикреплено к верхнему фланцу опоры.

Механизм ориентации имеет одну виндразу, представляющую собой шестилопастное ветроколесо диаметром 0,9 м. Виндроза перпендикулярна плоскости вращения ветроколеса и начинает

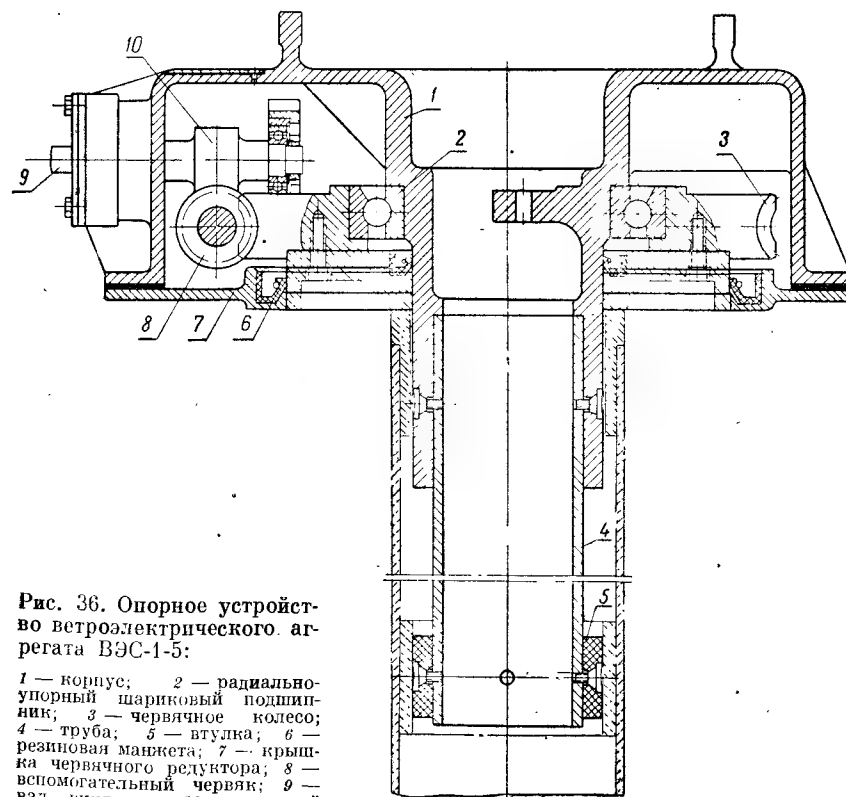


Рис. 36. Опорное устройство ветроэлектрического агрегата ВЭС-1-5:

1 — корпус; 2 — радиально-упорный шариковый подшипник; 3 — червячное колесо; 4 — труба; 5 — втулка; 6 — резиновая манжета; 7 — крышка червячного редуктора; 8 — вспомогательный червяк; 9 — вал виндразы; 10 — основной червяк.

вращаться только тогда, когда ветер изменит свое направление. Она укреплена на валу червяка 10, вращение которого через вспомогательную червячную передачу (на рисунке 36 не видна) передается червяку 8, находящемуся в зацеплении с червячным колесом 3. Полость червячного редуктора защищена от грязи и влаги крышкой 7 и резиновой манжетой 6.

При изменении направления ветра виндрога и вспомогательный червяк начинают вращаться. Основной червяк обкатывается по червячному колесу и поворачивает головку до тех пор, пока виндрога не встанет параллельно направлению ветра, а ветроколесо — точно на ветер.

Мачта (опора 6, см. рис. 32) представляет собой стальную трубу, состоящую из четырех отсеков, соединенных болтами на фланцах. Она имеет два яруса растяжек из восьми секционированных стальных прутков, снабженных тандерами для натяжки. Верхний ярус из четырех растяжек прикреплен к разъемному трапу, являющемуся площадкой для обслуживания агрегата, а нижний ярус — к проушинам на трубе второго отсека.

Концы растяжек прикреплены к якорным бетонным тумбам. Два отсека лестницы укреплены на трубе хомутиами. На конце верхнего отсека имеется фланец, к которому прикреплено опорное устройство головки. Нижний отсек снабжен шарниром для крепления мачты к опорной плите центрального фундамента.

В комплект ветроэлектрического агрегата ВЭС-4-5 входит стрела для подъема агрегата, которая представляет собой стальную трубу длиной 5,5 м, шарнирно соединенную с опорной плитой и поворачивающуюся вместе с мачтой при ее подъеме.

Электрическая энергия, выработанная агрегатом, передается к электрическому щиту по трехжильному кабелю.

Техническая характеристика

Диаметр ветроколеса, м	5
Число лопастей	2
Регулирование скорости вращения	автоматическое, центробежно-аэродинамическое — поворотом лопасти
Ориентация по направлению ветра	автоматическая, с помощью одной виндроги
Тип генератора	ГВА-1-Т/127
Номинальная мощность генератора при скорости ветра 8 м/сек, Вт	1000
Номинальное напряжение генератора при скорости ветра 8 м/сек, В	127
Расстояние от оси ветроколеса до поверхности земли, м	9,2
Мощность выпрямленного тока при скорости ветра 8 м/сек, Вт	750
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	3,5—30
Скорость вращения ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек, об/мин	245

64 Перег. отн ред
Вес

11,3
800 кг

Передаточное отношение редуктора
Вес агрегата с электрическим щитом (без аккумуляторных батарей), кг

11,3

около 800

ГЛАВА 4

Выбор типа ветроагрегата. Распределение водоисточников и ветровые зоны

ВЫБОР ТИПА ВЕТРОНАСОСНОГО АГРЕГАТА

Для эффективного использования агрегата его тип и характеристики необходимо выбирать, учитывая ветровые, гидрогеологические и хозяйственные условия зоны. Если, например, в районе с сильными ветрами установить ветронасосный агрегат с двигателем тихоходного типа (многолопастный), то он может выйти из строя вследствие больших аэродинамических нагрузок на ветроколесо. С другой стороны, использование быстроходных (малолопастных) агрегатов без пусковых устройств в зонах с малой среднегодовой скоростью ветра (меньше 3,5 м/сек) может привести к снижению выработки.

Большое значение для повышения производительности и срока службы установки имеет выбор типа водоподъемника или насоса. Он должен соответствовать характеристике водоисточника: глубине, дебиту, составу воды и т. д.

Так, например, на пастбищах Туркмении несколько лет тому назад были установлены опытные ветронасосные агрегаты ДДК-4 с поршневыми насосами. Известно, что в воде большинства шахтных колодцев в пустынях Каракумы содержится много взвешенных частиц (песка), солей и кислот. Вследствие этого через несколько месяцев работы насосы вышли из строя: износились цилиндры и манжеты, нарушилась притирка клапанов, нагнетательные полости насосов быстро забились песком. Для создания нормальной работы насосов не помогает даже установка специальных фильтров.

Таким образом, для пескующих водоисточников при повышенном содержании в воде химических веществ не рекомендуется применять поршневые насосы. В этом случае лучше использовать ленточные водоподъемники или пневматические насосы.

В маловодных районах Казахстана, Туркмении, на Черных землях часто встречаются шахтные колодцы, в которых небольшой слой малосоленой воды (так называемая пресная линза) находится на подстилающем, более мощном слое соленой или горько-соленой воды. В этих колодцах, получивших в Туркмении название «чирле»,

собираются атмосферные осадки, сливаемые в колодцы с водосборных площадок или такыров.

На нескольких таких колодцах были установлены ветроводоподъемники ВП-3М. Но использование их на этих водоисточниках оказалось нецелесообразным, так как во время работы ленточного водоподъемника пресная вода перемешивалась с соленой. В воде, которую поднимали на поверхность, содержалось много солей, и животные отказывались ее пить. Поэтому пришлось отказаться от применения ленточных водоподъемников и использовать насосы других типов.

Чтобы поднимать только пресную воду, на колодцах типа «чирле» лучше применять центробежные и пневматические насосы. Их целесообразно устанавливать на повтоне так, чтобы водоприемная часть была выше границы раздела пресной и соленой воды.

Так как при интенсивной откачке толщина опресненной линзы быстро уменьшается, необходимо насос крепить на тросе или установить на подставку, чтобы он не опускался и не мог забирать соленую воду.

В этом случае вода будет подниматься на поверхность лишь по мере накопления пресной воды. Если же ее не будет, насос начнет работать вхолостую или его принудительно остановят.

Для подъема воды из скважин и мелкотрубчатых колодцев наиболее выгодно использовать ветроагрегаты с инерционным водоподъемником (типа ВВ-3) или с погружным центробежным электронасосом (установки ВЭВ-1-6 или ВЭН-4), а в тех случаях, когда водоисточники имеют хорошие фильтры и вода не содержит песка, — штанговые (поршневые) насосы.

При этом в соответствии с имеющимися в настоящее время техническими средствами ветроэлектронасосные агрегаты можно применять при суммарных напорах до 70 м (статический напор 15—60 м), установки с поршневыми насосами — при статических напорах до 40 м, инерционные для подъема воды с глубины до 15 м при общем напоре 25—30 м.

Суммарный напор, с которым работают ветроустановки на пастбище, обычно на 15—20% выше, чем расстояние (в метрах) от оголовка колодца или верха резервуара до динамического уровня воды в водоисточнике. При использовании ветродвигателя на ферме нужно знать величину напора, создаваемого насосом для подачи воды в водонапорную башню. С учетом потерь в напорном трубопроводе, эта величина составит 12—15 м. На водоисточнике надо устанавливать такой ветродвигатель, который может работать с напором большим или по крайней мере равным суммарному напору, подсчитанному с учетом всех потерь.

Суммарный напор определяют по формуле:

$$H_{\text{сум}} = (1,15 \div 1,2) \cdot (H_{\text{в}} + H_{\text{б}}) \text{ м},$$

где $H_{\text{в}}$ — расстояние от поверхности земли до динамического уровня воды, м;

$H_{\text{б}}$ — расстояние от поверхности земли до верхней кромки бака или водонапорной башни, м.

Максимальная часовая производительность ветроагрегата должна быть меньше, чем часовой дебит водоисточника, иначе можно испортить колодец.

При выборе типа и мощности ветроагрегата необходимо учитывать хозяйственные и климатические условия: суточное потребление воды на водопойном пункте или ферме, время использования пастбищ (сезон, год), климатические условия пастбищного периода, систему технического обслуживания, транспортные связи района, место использования ветродвигателя (пастбище, ферма, населенный пункт).

Суточное водопотребление определяют, исходя из средних норм расхода воды на одну голову животного, а также учитывая хозяйственные и другие нужды. Известно, что в стойловый период на одну корову при механизации поения и доения ежедневно расходуется до 100 л воды, при доении вручную на 15—20 л меньше. Примерно столько же воды потребляет каждая свиноматка (с приплодом). На молодняк крупного рогатого скота в возрасте до года расходуется по 25—30 л воды, на молодняк старше года — по 45—50 л.

Обычно на ферме, содержащей 100 коров со шлейфом, расходуется в сутки 17—18 м³ воды, на ферме со 100 свиноматками — 12—13 м³, при откорме 2500 свиней расход воды составляет около 90—100 м³, а на птицеферме с 10 тыс. голов потребляется около 10 м³ воды в сутки. В пастбищный период расход воды на каждую голову обычно на 20—30% меньше, чем при стойловом содержании.

На отгонных пастбищах суточный расход воды на одну овцу зависит от времени года, температуры и влажности воздуха, а также от состава кормов. Так, на пустынных пастбищах Туркмении суточная норма воды на одну овцу составляет летом 6—8 л, а весной и зимой падает до 4—5 л.

В среднем суточное потребление воды ($Q_{\text{с}}$) отарой овец в 1000 голов достигает 5 м³. Расход воды можно подсчитать, умножая на поголовье количество воды $q_{\text{ср}}$, потребляемое одной овцой, и учитывая расход воды на хозяйственные нужды ($Q_{\text{х}}$) 300—400 л в сутки. Так как расход не всегда постоянен, в расчет вводят коэффициент суточной неравномерности водопотребления $k_{\text{н}} = 1,15—1,2$. При этом принимают, что фактический расход может быть на 15—20% выше среднего. Следовательно, суточный расход воды составит:

$$Q_{\text{с}} = k_{\text{н}} \cdot q_{\text{ср}} \cdot i + Q_{\text{х}} \text{ м}^3,$$

где i — количество животных.

Потребление воды за весь период находят, умножая среднесуточный расход на число дней пастбищного периода.

По таблице 19 выбирают ветронасосный агрегат, который в течение данного периода (год, сезон) может поднять при ветровых условиях района и подсчитанном напоре нужное количество воды.

Пример. Ветронасосный агрегат устанавливают на колодце глубиной 22 м для водоснабжения двух отар (1800 овец) на пастбище, где среднегодовая скорость ветра $V_{\text{ср.г.}} = 5 \text{ м/сек.}$ Пастбище используют в течение года. Определяем годовое потребление воды из расчета 6 л на овцу в сутки:

$$Q_{\text{год}} = (1800 \cdot 6 + 300) \cdot 365 = 4\,051\,500 \text{ л} = 4051,5 \text{ м}^3.$$

По таблице 19 находим, что при указанной среднегодовой скорости ветра ветронасосные агрегаты ВВ-3 и ВВУ-3 поднимают в год соответственно 9650 и 7250 м³. Следует иметь в виду, что на пастбищах при подъеме воды из малодебитных колодцев двигатель некоторое время может работать вхолостую из-за отсутствия воды. Снижение производительности ветронасосного агрегата учитывают коэффициентом совпадения графиков выработки и потребления K_c , который для пастбищных установок при сезонном их использовании можно принимать равным 0,80—0,95, а при годовом — 0,7—0,55. Принимая коэффициент $K_c = 0,7$ и умножив его на табличные данные, получим выработку 6755 и 5075 м³. Устанавливаем ветронасосный агрегат ВВУ-3, выработка которого близка к полученной. Одновременно следует учесть соответствие типа двигателя ветровому режиму и типа водоподъемника характеристикам водоемника.

Время использования пастбищ и климатические условия в этот период также определяют требования к ветронасосному агрегату. В Казахской ССР пастбища круглогодичного использования составляют менее 30% всех пастбищ. Остальные используют для выпаса скота не более 2—3 месяцев в году: зимой, летом или в весенне-осенний период. Зимой температура достигает —30—35°, поэтому на круглогодичных или зимних пастбищах нежелательно применять ветродвигатели с ленточными водоподъемниками: их эксплуатация зимой затруднена, требуется хорошее утепление оголовка колодца.

Учитывая также, что зимой наблюдаются сильные и порывистые ветры, в этих условиях лучше устанавливать быстроходные ветронасосные агрегаты с инерционным водоподъемником, пневматическим или погружным центробежным электронасосом.

На пастбищах, где ветродвигатели эксплуатируют обычно в теплое время года, можно применять любой тип водоподъемника. Однако следует иметь в виду, что в пустынях и полупустынях летом часто бывают песчаные и пыльные бури, поэтому не рекомендуется применять двигатели с открытыми передачами. Нужно также предохранять ремни привода водоподъемника или генератора от действия солнечных лучей.

Необходимо учитывать рельеф местности и характер грунта. Например, на песках лучше устанавливать ветродвигатели на свободностоящих башнях, чем на мачтах с растяжками, так как их надежно закрепить труднее, чем заделать штыри свободностоящей

опоры. Кроме того, опыт эксплуатации показывает, что животные часто рвут растяжки. Сделать же в условиях пустыни ограждение ветродвигателя насосного агрегата практически невозможно.

Если пастбища расположены в районе с относительно слабыми скоростями ветра и используются длительное время в году, то процент рабочих часов будет не очень велик. В этих условиях для гарантированного обеспечения животных водой придется устанавливать резервный бак очень большой емкости или в периоды безветрия поднимать воду вручную, а там, где возможно, подключать тепловой двигатель. Поэтому лучше использовать установку с ветродвигателем, смонтированным в стороне от водоемника. В этом случае оголовки колодца не загромождаются и можно легко поднимать воду вручную. Двигатель должен иметь устройство для резервного привода. В подобных условиях лучше применять ветроводоподъемник ВВУ-3.

Если двигатель установлен для подъема воды из колодца с ограниченным дебитом, то желательно применять двигатели с автоматическим устройством для остановки агрегата при заполнении бака или снижении уровня воды в колодце, а также для запуска двигателя в работу в случае уменьшения запаса воды в резервуаре.

Эти устройства важно иметь и для ветронасосных установок, эксплуатируемых на скотопрогонных трассах, где воду потребляют периодически.

В районах, где часто наблюдаются ураганные ветры, целесообразно применять двигатели с устройствами, автоматически останавливающими их во время бури. К таким устройствам относится, например, защелка на хвосте ветронасосного агрегата 2ВПЛ-4.

Если рядом с водоемником находится домик чабана, то выгодно, чтобы двигатель приводил в движение не только насос, но и генератор, заряжающий аккумуляторные батареи, используемые для освещения и радиофикации. В этих случаях лучше применять ветроэлектронасосные и ветронасосные агрегаты ВВУ-3 или 2ВПЛ-4.

Установка для снабжения фермы водой или подъема воды для населения обычно находится под ежедневным наблюдением. Для ее обслуживания выделяют рабочего. Как правило, вода подается в водонапорную башню или бак. В этих случаях выбирают агрегат, обеспечивающий напорную подачу воды. Так как колодец обычно находится на территории фермы, постройки мешают свободному прохождению воздушного потока. На животноводческом дворе всегда движется транспорт, скот. Поэтому здесь лучше применять агрегаты с электрической или пневматической трансмиссией, устанавливая их на возвышенных местах, подальше от построек. Башня должна быть свободностоящей.

Тип ветроорошительных установок выбирают в зависимости от ветровых и гидрогеологических условий.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ

подавляющее большинство ветроустановок используется и будет применяться в ближайшие годы для подъема воды из шахтных колодцев.

Более 80% таких колодцев имеют глубину до 20 м. Статический горизонт примерно 60% скважин не превышает 60 м.

В Российской Федерации большинство шахтных колодцев имеет глубину до 10 м, а их дебит не превышает 0,5—0,6 м³/ч. Статический уровень воды в скважинах составляет в большинстве случаев 30—50 м, реже доходит до 70—80 м. В РСФСР в зонах с хорошими ветровыми условиями водоисточники обычно имеют небольшую глубину, что облегчает возможность использования ветродвигателей.

В пойме Волги вода находится на глубине 2—4 м, а в приморской зоне поднимается даже до 1—2 м. Там же, в лиманах и впадинах, встречаются группы шахтных колодцев, использующих линзы слабоминерализованных вод. Толщина линз обычно 0,5—0,6 м, но доходит в отдельных случаях до 3 м. Дебит их изменяется в широких пределах: от 0,1 до 5 м³/ч.

Пензенская область характеризуется значительным количеством скважин глубиной до 10 м, дебит которых очень большой (более 15 м³/ч). Примерно такое же положение в Краснодарском крае. Шахтные колодцы глубиной до 10 м преобладают в Оренбургской области, Башкирской АССР, в Алтайском крае.

В районах РСФСР, где интенсивно развито отгонное животноводство, шахтные колодцы являются основным источником снабжения скота водой. В Калмыцкой АССР, например, шахтные колодцы составляют 94% общего числа водоисточников. Их глубина от 5 до 20 м, а дебит обычно не превышает 5 м³/ч. Большинство колодцев и почти все скважины имеют соленую воду, пригодную для поения животных, но непригодную для бытовых нужд. Ставропольский край, особенно его северные и восточные районы, плохо обеспечен водой, поэтому часто вода из одного-двух источников при помощи транспорта развозится по хозяйствам.

Вода в шахтных колодцах расположена неглубоко и залегает обычно в песчаных породах. Дебит их небольшой — 2—3 м³/сутки, реже до 15—20 м³/сутки. Большинство колодцев имеет деревянное и каменное крепление стенок, в последнее время чаще делают бетонные. Диаметр колец обычно не менее 1,5 м. Это необходимо, чтобы увеличить объем водоприемной части.

На таких колодцах возникают трудности с использованием ветродвигателя ВВ-3, так как раствор ног его башни у основания около 1,9 м и остается мало места для закладки фундаментов.

Средний уровень воды в скважинах 50—70 м. Но вода часто сильно минерализована и встречаются водоисточники, выделяю-

щие сероводород. Это надо учитывать, так как газ, соединяясь с металлом водоподъемного оборудования, быстро разрушает его. Здесь лучше применять ленточные или шнуровые водоподъемники.

В Оренбургской области вода располагается на глубине, обычно не превышающей 20—25 м, при часовом дебите до 5 м³. Сейчас все большее значение начинают приобретать трубчатые колодцы, и поэтому в этой зоне найдут широкое применение агрегаты ВВ-3, ТВМ-3, ВЭН-4 и ВЭВ-4-6.

Глубина шахтных колодцев в Астраханской области, в том числе на Черных землях, изменяется от 8 до 30 м, их суточный дебит не превышает 8 м³, но часто он значительно меньше. Большинство колодцев имеет запас воды в подземном резервуаре (плате) 4—6 м³.

В Украинской ССР скважины составляют около 35% общего числа водоисточников. Статический уровень воды в них обычно 30—40 м, а в центральной части республики доходит до 80—100 м. Шахтные колодцы, подавляющее большинство которых имеет глубину до 15 м, характеризуются относительно большим дебитом (более 2 м³/ч). Вода слабоминерализованная, содержит мало песка. В этих условиях могут быть эффективно использованы водоподъемники всех типов, агрегируемые с ветродвигателями.

В Белорусской ССР средняя глубина скважин не превышает 55 м. Шахтные колодцы расположены обычно по речной сети, имеют глубину от 10 до 20 м, а дебит 5—9 м³/ч. Здесь можно было бы использовать различные типы водоподъемников.

Большинство районов БССР отличается относительно невысокими среднегодовыми скоростями ветра, что предопределяет применение двигателей средней быстроходности или тихоходного типа, с которыми хорошо агрегируются штанговые насосы (поршневые или плунжерные) и ленточные водоподъемники. Их целесообразно применять для привода от ветродвигателей.

Прибалтийские республики (Эстония, Латвия, Литва) хорошо обеспечены водоисточниками, среди которых реки, озера и пруды составляют около 20%. Для забора воды из открытых источников удобно применять поршневые насосы и особенно пневматические водоподъемники и центробежные плавающие насосы с ветродвигателями средней быстроходности, которые для лучшего использования энергии ветрового потока можно устанавливать на высоких берегах, пологих холмах и других возвышениях.

Эти же насосы, а также ленточные водоподъемники рекомендуются применять и на шахтных колодцах, глубина которых обычно не превышает 20 м. Хотя водообильные горизонты часто находятся на больших глубинах, напорные грунтовые воды поднимаются и динамический уровень воды в скважинах доходит до 2—5 м. На таких скважинах можно устанавливать насос любого типа.

В Азербайджанской ССР районы, наиболее перспективные для использования ветродвигателей, это Апшеронский полуостров

и Кубыстан. В них имеется много родников и колодцев глубиной 15—30 м. Низменная часть республики обводнена благодаря использованию артезианских вод из скважин глубиной до 200 м.

На шахтных колодцах наиболее выгодно применять ленточные и инерционные водоподъемники, а также насосы других типов, могущих работать в агрегате с двигателями высокой и средней быстроходности.

Казахская ССР — наиболее обширный район, где могут быть широко применены водоподъемники, в первую очередь на пастбищах. На отгонных пастбищах республики животных снабжают водой из прудов, озер, рек, копаней, но главным образом из шахтных колодцев, которых насчитывается больше 60 тыс. Характерная особенность их — небольшая глубина и малое дебитность. Более 95% колодцев имеют уровень воды на глубине до 20 м, наиболее характерный дебит 0,3—0,7 м³/ч, а максимальный около 3,5—4 м³/ч. Толщина слоя воды в среднем 0,8—1,5 м.

Трубчатых колодцев в республике пока еще мало, большинство имеет воду на глубине до 50 м, а дебит изменяется в широких пределах — от 3 до 35 м³/ч. В зоне г. Уральска и прилегающих районах глубина скважин увеличивается. Напротив, в долине р. Тобол, в Павлодарской области, на западе Кустанайской области и в районах низкогогорья глубина залегания воды в колодцах уменьшается до 8—10 м.

На рисунке 37 приводится схематическая карта размещения водоисточников в Казахской ССР, составленная по материалам Казгипроводэлектро и Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (ВНИИГИМ).

Большая часть территории республики имеет соленые или соленоватые грунтовые воды, залегающие на глубине до 20 м. В районе I (Прикаспийская низменность) основные верхние водонесные горизонты лежат на глубинах до 10 м, дебит их небольшой (от 0,2 до 0,8 м³/ч). Восточнее лежит район II, где глубина расположения грунтовых вод несколько увеличивается (до 20 м), но снижается их минерализация. В пределах береговой полосы некоторых рек (Эмбы и др.) глубина залегания вод не превышает 4 м, но дебит остается небольшим.

В III, IV и V районах на возвышенных участках имеются пресные воды, на остальной части — соленоватые на глубине более 20 м. Дебит 0,4—0,5 м³/ч.

Тургайская равнина (район VI) имеет глубокие артезианские воды (глубина до 300 м), в большинстве мест — грунтовые воды относительно невысокой минерализации. Есть много колодцев (главным образом в низинах), глубина которых не превышает 5 м, а дебит до 0,3 м³/ч. Встречаются массивы соленых грунтовых вод.

Район VII охватывает Сыр-Дарьинскую впадину, где воды мало. Все колодцы малое дебитные, чаще со слабосоленоватой или

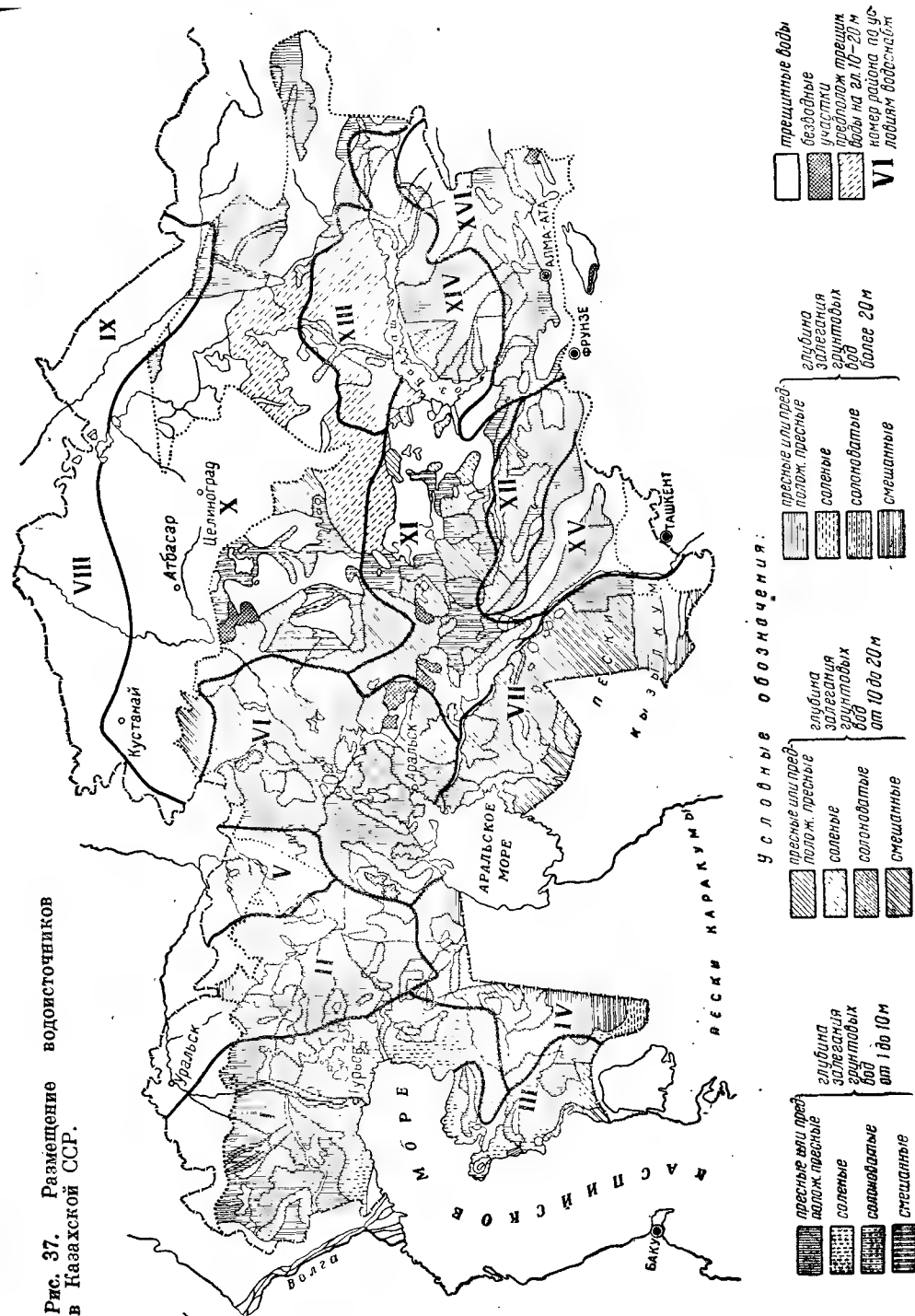


Рис. 37. Размещение водоисточников в Казахской ССР.

солончатой водой на глубине 10—15 м. Район VIII расположен в северной части Кустанайской и Северо-Казахстанской областей. Имеет много озер и небольших рек. Большинство колодцев глубиной до 10 м, пресные, с дебитом до 0,7 м³/ч.

В значительной части Павлодарской и Семипалатинской областей (район IX) имеются засоленные грунтовые воды, но на пастбищах есть и колодцы с пресной водой.

Почти весь район X имеет грунтовые воды на глубине до 10 м, чаще пресные. Пресные подземные воды с дебитом до 7 м³/ч залегают на глубинах до 100 м.

Пока еще мало колодцев в районе XI. В пустыне Бетпак-Дала их глубина до 5 м, в понижениях до 10 м. Здесь много родников.

Лучше обеспечен водой район XII, где глубина колодцев самая различная: на западе и в центральной части до 40 м, в юго-западной и южных частях 4—7 м. В районах XIII—XV уровень грунтовых вод в песках от 2 до 3 м, но их дебит очень мал, поэтому устанавливать на колодцах средства механизации часто нецелесообразно.

Даже там, где глубина увеличивается до 10 м, дебит возрастает незначительно. В Чуйском артезианском бассейне дебит трубчатых колодцев большой, но там ветровой режим очень слабый. В районе XVI имеются напорные, чаще соленые воды, верхние же водоносные горизонты пресные. Но использовать ветродвигатель трудно из-за слабых ветров.

В соответствии с имеющимся опытом в условиях Казахстана можно использовать водоподъемные средства всех типов, за исключением поршневых насосов, которые следует применять с большой осторожностью в южной части республики и только на водисточниках со слабоминерализованными и не засоренными песком водами.

Киргизская ССР обводнена в основном шахтными колодцами глубиной 10—25 м. Здесь целесообразно применять главным образом ленточные водоподъемники, а также инерционные и пневматические насосы.

В Узбекской ССР шахтные колодцы глубиной до 30 м составляют почти ¾ всех колодцев. Наряду с этим есть колодцы инженерного типа, глубина которых превышает 80 м. Дебит их самый различный — от 10 до 80 м³/сутки. Скважины обычно неглубокие (до 20 м), с дебитом от 5 л/сек до 20 л/сек. Однако имеется некоторое количество трубчатых колодцев глубиной до 300 м со статическим уровнем воды до 50 м. Лучше других обводнен юго-восток республики. Пастбищные зоны северо-запада (пустыня Кызылкум) имеют мелкие водоисточники с дебитом до 3 м³/ч.

Туркменская ССР имеет самые разнообразные гидрогеологические условия. На западе и северо-западе республики вода за-

легает на глубине до 30 м. Дебит шахтных колодцев здесь от 5 до 30 м³/сутки.

В таблице 1 приводятся данные по колодцам, расположенным на пустынных пастбищах Центральных Каракумов, где развито отгонное животноводство.

Таблица 1

Данные по колодцам, расположенным на пустынных пастбищах Центральных Каракумов

Показатели	Пределы изменения, м	Число колодцев в % от общего количества
Глубина, м	До 10	34,0
	От 11 до 20	46,2
	» 21 » 30	13,2
	Более 31	6,6
Суточный дебит, м³	До 5	17,5
	От 6 до 10	27,5
	» 11 » 15	25,0
	» 16 » 20	14,3
Объем подземного водоема, м³	Более 21	15,7
	До 3,0	48,2
	От 3,1 до 6,0	28,3
	» 6,1 » 9,0	14,3
Столб воды, м	Более 9,1	9,2
	До 0,5	16,1
	От 0,6 до 1,0	23,0
	» 1,1 » 2,0	42,2
	Более 2,1	18,7

Глубины залегания первого водоносного горизонта Центральных Каракумов приведены на рисунке 38. В этих районах целесообразно использовать ленточные, инерционные и пневматические водоподъемники и центробежные насосы.

В районах с особенно низкой обеспеченностью водой строят групповые колодцы, т. е. несколько мелких колодцев, расположенных близко один от другого (10—30 м). На таких источниках более выгодно использовать ветроагрегаты с электрической или пневматической трансмиссией, питающей несколько насосов небольшой производительности.

Если водоподъемное устройство выбирают в соответствии с гидрогеологическими условиями, то тип ветродвигателя определяется прежде всего ветровым режимом района, а мощность или производительность агрегата — количеством воды, потребляемой животными в хозяйстве.

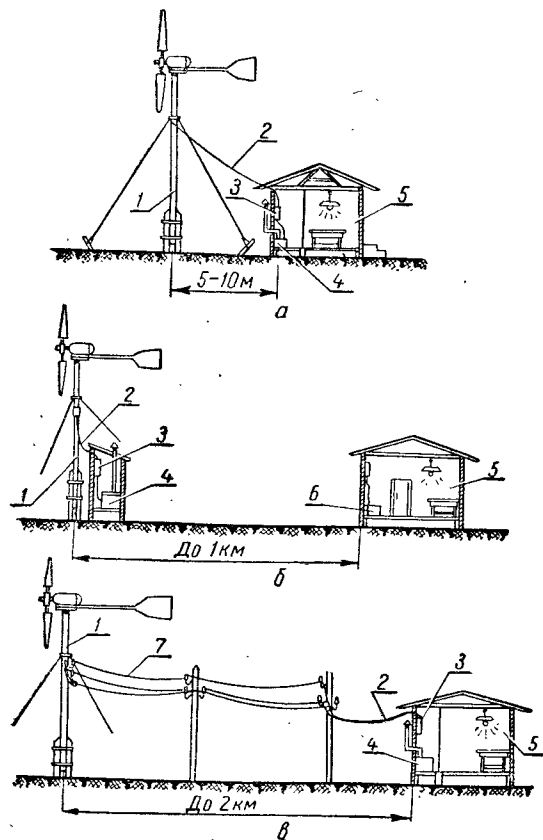


Рис. 39. Схемы использования ветроэлектрических агрегатов:

а — схема 1: генератор постоянного или переменного тока низкого напряжения работает с буферной аккумуляторной батареей; б — схема 2: генератор постоянного или переменного тока заряжает аккумуляторную батарею. Питание потребителей осуществляется от другой батареи, находящейся в режиме разряда; в — схема 3: генератор переменного тока повышенного напряжения работает с буферной аккумуляторной батареей при помощи специального зарядного устройства; 1 — ветроагрегат; 2 — кабель; 3 — электрический щит с выпрямителем; 4 — аккумуляторный шкаф; 5 — жилое помещение; 6 — аккумуляторная батарея; 7 — линия электропередачи.

ботают в режиме «заряд—разряд». Потребитель использует одну из заряженных батарей.

3. Ветроагрегат расположен вдали от потребителя (рис. 39, в). Генератор вырабатывает однофазный или трехфазный переменный ток повышенного напряжения (133—400 в), поступающий по кабелю малого сечения в зарядное устройство, которое заря-

1. Агрегат с генератором низкого напряжения расположен рядом с потребителем энергии (рис. 39, а). Ток (постоянный или переменный) по короткому кабелю большого сечения через щит идет на зарядку аккумуляторных батарей. Переменный ток выпрямляется с помощью полупроводниковых выпрямителей низкого напряжения.

Потребители подключены к аккумуляторной батарее, работающей с генератором в буферном режиме, или же получают энергию от батарей, которые после зарядки отключают от ветроагрегата.

2. Ветроагрегат несколько удален от потребителя (рис. 39, б).

Генератор вырабатывает ток низкого напряжения, который по кабелю большого сечения поступает к щиту и аккумуляторным батареям, расположенным возле агрегата в отдельной будке. Две аккумуля-

торные батареи работают в режиме «заряд—разряд».

Первая схема расположения агрегата, например возле домика чабана, радиоузла, наиболее выгодна, так как затрачивается меньше материалов, создаются хорошие условия эксплуатации аккумуляторных батарей, которые можно расположить в отапливаемом и сухом помещении, более полно используется выработка агрегата, особенно в периоды сильных ветров, когда к агрегату подключают дополнительную нагрузку.

Однако в этом случае приходится устанавливать головку двигателя на высокой опоре (столбе), кроме того, во время вращения ветроколеса будет слышен шум. Использовать крышу строения в качестве вспомогательной опоры из-за шума и вибраций двигателя не всегда удается.

Эксплуатация аккумуляторных батарей, находящихся в помещении при использовании агрегата по первой и третьей схемам, будет нормальной, особенно в зонах с суровой зимой. Однако в период полного заряда батарей электролит кипит, выделяются кислотные испарения, поэтому батарею следует располагать вне жилых комнат.

Если агрегат устанавливать по второй и третьей схемам, то часто можно снизить высоту опоры, расположить ее на открытом месте, уменьшить шум, а используя вторую схему, — избавиться в жилом помещении от кислотных испарений.

Но эти схемы не лишены недостатков. Так, например, располагая одну аккумуляторную батарею в специальной будке возле агрегата, нужно иметь другую батарею, которая будет питать потребителей в период зарядки первой, необходимо относить батареи на зарядку и приносить после зарядки. Кроме того, затрудняется обслуживание, ухудшаются условия эксплуатации батарей вследствие удаленности их от жилья и работы в неотапливаемом помещении.

При передаче энергии от агрегата на повышенном напряжении (схема 3) условия работы и обслуживания батарей подобны условиям первой схемы, но при этом необходимо иметь электрические провода относительно большой длины.

Выбрав тип и схему использования агрегата, определяют мощность генератора и емкость аккумуляторных батарей.

При создании ветроэлектрических агрегатов принимают наилучшее соотношение расчетной мощности генератора и емкости аккумуляторной батареи. При этом генератор не следует перегружать зарядным током батареи даже при сильном ветре и разряженных батареях. В то же время необходимо полностью использовать мощность агрегата.

Для определения мощности агрегата следует прежде всего знать суммарную мощность всех присоединяемых потребителей. Выбирая потребители, учитывают, что повышение мощности агрегата

Таблица 2
Основные технико-экономические данные ветроэлектрических и ветронасосных агрегатов, имеющих генераторы

Агрегат	Диаметр ветроколеса, м	Мощность генератора (по постоянному току) при скорости ветра 8 м/сек, Вт	Тип генератора	Аккумуляторная батарея				Рекомендуемая предельная мощность постоянно присоединенной нагрузки, Вт
				тип	напряжение, В	емкость, а · ч	допустимый ток при 10-часовом разряде, А	
Ветроэлектрический ВЭА-1	1	25	Специальный, однофазный, на базе 2 генераторов Г-37 с выпрямителем	3-СТ-70	6	70	7,0	15—20
Ветроэлектрический ВЭ-2М	2	100	Специальный, магнито-электрический, трехфазный, ГВА-0,16-Т-26/15 с выпрямителем	6-СТ-128	12 и 24	112	11,2	50—60
Ветроэлектрический Д-4 (конструкция ВЭСХ)	4	600	Трехфазный, переменного тока, Г-2Б с выпрямителем	6-СТ-128 и большей емкости	12	112 и выше	11,2 и выше	300—400
Ветроэлектрический ВЭС-1-5	5	800—900	Специальный, магнито-электрический, трехфазный, ГВА-1-Т/127 с выпрямителем	6-СТ-128	12 и 24	112 и выше	11,2 и выше	400—500

Продолжение

Агрегат	Диаметр ветроколеса, м	Мощность генератора (по постоянному току) при скорости ветра 8 м/сек, Вт	Тип генератора	Аккумуляторная батарея				Рекомендуемая предельная мощность постоянно присоединенной нагрузки, Вт
				тип	напряжение, В	емкость, а · ч	допустимый ток при 10-часовом разряде, А	
Ветроэлектрический «Беркут» (ВЭН-4)	4	Зарядное устройство на 250 Вт	Специальный, высококачественный, трехфазный, ГВЭН2-Т/230-ч/150 с выпрямительным устройством	6-СТ-128	12 и 24	112 и выше	11,2 и выше	150—200*
Ветроэлектрический ВЭВ-1-6	6	Может иметь зарядное устройство на 300—400 Вт	Синхронный, с самовозбуждением от твердых выпрямителей ГАБ2-Т/230	6-СТ-128 и большей емкости	12 и 24	112 и выше	11,2 и выше	200—300*
Ветроводоподъемник 2ВПД-4	4	600	Трехфазный, переменного тока, Г-2Б с выпрямителем	То же	12	112 и выше	11,2 и выше	200—250*
Ветроводоподъемник ВВУ-3	3	250	Тракторный, Г-66, постоянного тока	6-СТ-98, 6-СТ-70	12	98 или 70	9,8; 7,0	100—150*

* При частичном отборе мощности для зарядки аккумуляторных батарей.

связано с увеличением стоимости ветродвигателя и его монтажа, аккумуляторных батарей и усложнением эксплуатации. Поэтому для постоянного подключения к агрегату выбирают наиболее экономичные устройства и приборы. Так, например, следует пользоваться радиоприемниками, радиоузлами и приемно-передающими станциями с полупроводниковыми элементами и преобразователями. Не рекомендуется применять неэкономичные электромашинные умформеры.

Выбирая лампы для освещения, следует иметь в виду, что низковольтные осветительные лампы автомобильного типа обладают хорошей светоотдачей. Например, одна лампа мощностью 15—20 *вт* вполне достаточна для нормального освещения помещения размером 6—8 *м*². Недостатком их является малый срок службы (до 300 ч). Из-за низкой светоотдачи не рекомендуется пользоваться низковольтными сигнальными лампами, хотя они служат дольше автомобильных.

Сначала предварительно рассчитывают мощность агрегата, исходя из суммарной присоединенной мощности всех потребителей, которые будут питаться от аккумуляторных батарей. Практика показывает, что присоединенная мощность должна быть не более 50—60% от расчетной мощности генератора, по которой выбирают агрегат (табл. 2).

Зная емкость аккумуляторной батареи, входящей в комплект агрегата, проверяют, не превысит ли ток нагрузки максимально допустимый длительный разрядный ток батареи.

Таблица 3

Основные технические данные о потребителях электроэнергии

Потребитель электроэнергии	Тип	Напряжение, <i>в</i>	Мощность, <i>вт</i>	Потребляемый ток, <i>а</i>
Осветительная лампа (автомобильная)	A3 (15 <i>св</i>)	6	14,3	—
То же	A20 (21 + 21 <i>св</i>)	6	40,0	—
» »	A26 (21 <i>св</i>)	12	18,6	—
» »	A27 (27 <i>св</i>)	12	26,8	—
» »	A38 (50 + 21 <i>св</i>)	12	41,6 + 18,6	—
» »	A $\frac{6-28}{6-28}$ (28 + 28 <i>св</i>)	6	28 + 28	—
» »	A $\frac{12-32}{12-4}$ (32 + 4 <i>св</i>)	12	27/7,4	—
Колхозный радиоузел	KPY-2	12	10,0	0,8
То же	KPY-10	12	36,0	3,0

Если нет точных данных о величине этого тока, его принимают равным 0,1 величины табличной емкости аккумуляторной батареи. Так, например, допустимый ток длительного разряда батареи 6-СТ-68 емкостью 68 *а·ч* будет равен $0,1 \cdot 68 = 6,8$ *а*.

Основные технические данные ветроэлектрических и насосных агрегатов, имеющих генераторы для зарядки аккумуляторных батарей, приведены в таблице 2, а некоторых потребителей электроэнергии — в таблице 3.

Иногда требуется знать, какова должна быть емкость аккумуляторной батареи, чтобы обеспечить потребители электроэнергией. Для этого проводят расчет емкости методом суточных балансов энергии. Зная величину суточного потребления энергии и возможные по ветровому графику суточные выработки ветроагрегата за расчетный период, определяют емкость батарей при разной степени обеспеченности потребителя энергией.

ВЕТРОВЫЕ ЗОНЫ

Различные зоны страны имеют ветровые режимы, сильно отличающиеся один от другого. При этом даже в случае одинаковых значений среднегодовой скорости ветра повторяемость разных скоростей, их чередование, величины максимальных (буревых) скоростей и длительность затиший также могут быть самыми различными.

Тем не менее значение среднегодовой скорости ветра в данном районе дает все же возможность судить приблизительно о целесообразности использования ветродвигателя и об эффективности агрегата.

В 1963 г. в результате обработки многолетних данных по различным метеорологическим станциям Советского Союза лабораторией ветроиспользования Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) разработана карта ветроэнергетических ресурсов страны. Карта (рис. 40) содержит рекомендации по применению ветродвигателей соответствующих типов.

Прибрежные зоны северной части страны, Каспийское побережье и северная часть Сахалина отличаются, как это видно на карте, высокой интенсивностью ветрового режима. Здесь среднегодовые скорости ветра превышают 6 *м/сек*. В этих районах часто наблюдаются ураганные ветры (выше 30 *м/сек*), которые сопровождаются снежными метелями и буранами. Поэтому в указанной зоне можно использовать только агрегаты с ветродвигателями высокой быстроходности (двух-трехлопастные), прочность которых рассчитана на ветровые нагрузки при скоростях ветра 40 *м/сек*. В Арктике и на побережье наиболее эффективно применение ветроэлектрических станций, работающих совместно с тепловым

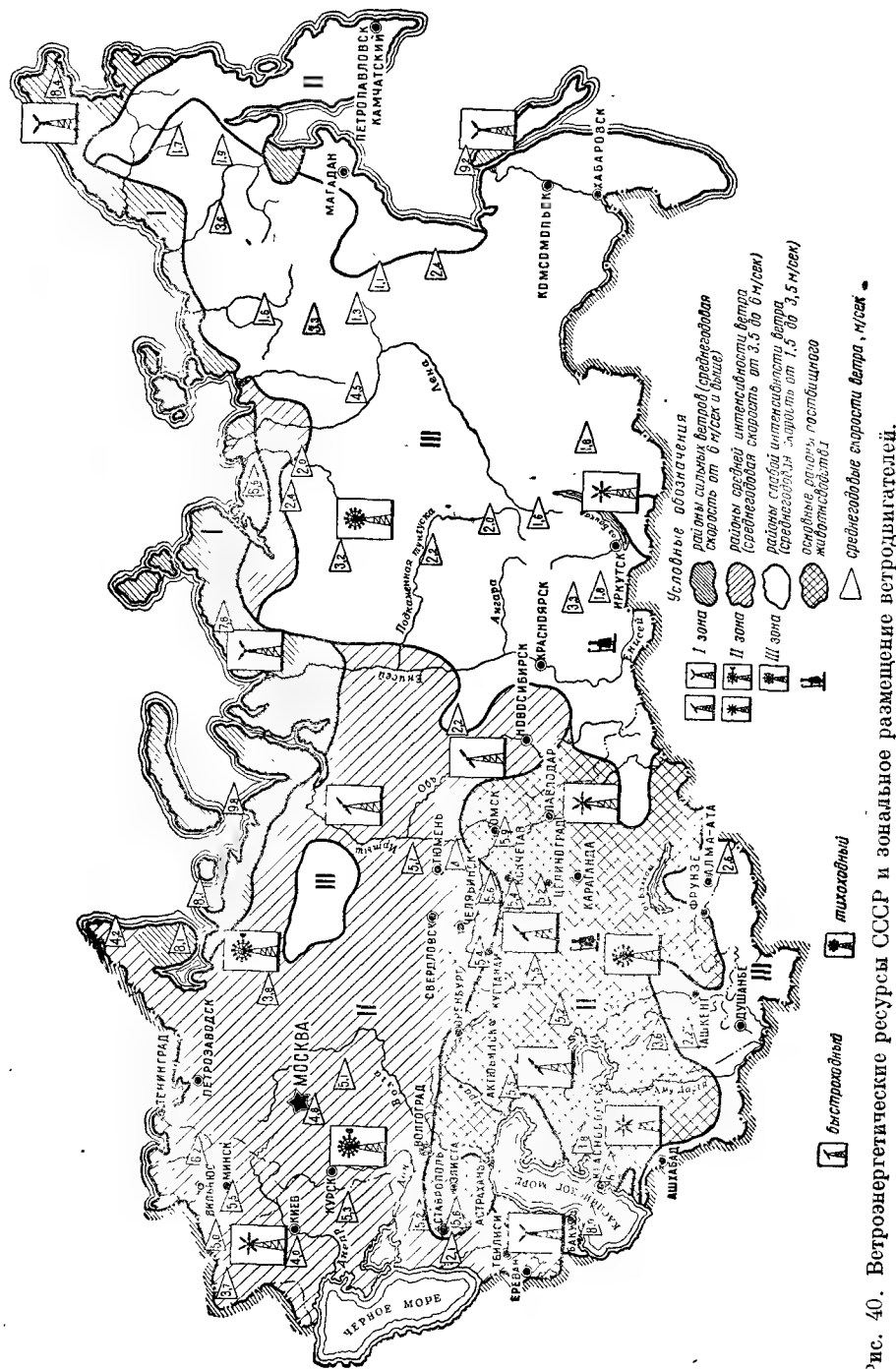


Рис. 40. Ветроэнергетические ресурсы СССР и зональное размещение ветродвигателей.

резервом, а также небольших ветроэлектрических агрегатов (ВЭ-2М, ВЭС-1-5, ВЭН-4 и др.).

Большинство областей европейской части РСФСР, Казахской ССР и республик Средней Азии (за исключением юга) относятся ко второй ветровой зоне — зоне средней интенсивности ветра. В этих районах среднегодовая скорость ветра составляет от 3,5 до 6 м/сек. Во второй зоне находится большинство пастбищ отгонного животноводства, что предопределяет преимущественное применение водоподъемных установок и ветроэлектрических агрегатов для освещения и радиофикации чабанских пунктов. К этой же зоне относится часть территории, лежащая юго-восточнее озера Байкал.

В тех районах, где среднегодовые скорости ветра не превышают 5 м/сек, а ветры со скоростью выше 25 м/сек повторяются редко, применяют ветродвигатели средней быстроходности (четырёхшестилопастные) или тихоходные с любыми системами автоматического регулирования числа оборотов и мощности ветроколеса и механизмами ориентации головки по направлению ветра. К таким районам относятся Украина, Белоруссия, Узбекистан, северная и западная части Туркмении, центр европейской части РСФСР.

В Казахской ССР, на Черных землях, в Поволжье среднегодовые скорости выше, ветровой поток отличается высокой порывистостью. Ураганы сопровождаются песчаными и пыльными бурями. В таких условиях применяют ветроагрегаты с двигателями повышенной быстроходности. Чтобы обезопасить машины от повреждений при сильных ветрах, лучше использовать такие двигатели, которые имеют поворотные лопасти, управляемые центробежным или ветровым регулятором (например, как у ветроводоподъемника ВБ-3 или ветроустановки ВВУ-3), а система автоматической ориентации головки выполнена на базе виндрозного механизма, а не хвоста.

В этих зонах ветродвигатели, регулирующие выводом ветроколеса из-под ветра, будут работать менее надежно. Поэтому можно рекомендовать для этих условий серийные агрегаты типа ВБ-3, ВЭ-2М, ВВУ-3, а также ВВП-4, ВЭН-4 и ВЭВ-1-6.

Третья зона занимает обширную территорию Восточной Сибири и Дальнего Востока, некоторых областей европейской части СССР, большую часть территории Таджикской ССР, юга Казахской ССР и Узбекской ССР, юго-восточной части Туркменской ССР. В этой зоне скорости ветра относительно невелики, и широкое применение здесь ветроэнергетических установок рекомендовать не следует.

Однако и в этой зоне есть районы, где благодаря рельефным условиям или вследствие других факторов ветровой режим благоприятствует эффективному применению ветродвигателей. Здесь лучше устанавливать двигатели тихоходные, отличающиеся большим начальным моментом (например, ТВМ-3, ВП-3М).

Следует иметь в виду, что к выбору типа ветродвигателя нужно каждый раз подходить, учитывая конкретные условия местности. Следует на ближайшей метеостанции выяснить повторяемость рабочих и максимальных скоростей ветра и после этого решить, какой тип ветроагрегата можно использовать более эффективно.

ГЛАВА 5

Общие сведения по монтажу ветроагрегатов. Правила техники безопасности

Для эффективной работы агрегата и наилучшего использования ветровых условий района необходимо правильно выбрать место для установки ветродвигателя, смонтировать его в соответствии с заводской инструкцией и оборудовать ветроустановку по типовому проекту.

ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВЕТРОАГРЕГАТА

На скорость ветрового потока большое влияние оказывают различные препятствия и рельеф местности.

Часто ветронасосный агрегат устанавливают на уже имеющемся колодце, что для некоторых типов двигателей ограничивает выбор места для монтажа. Так, например, агрегаты с ленточными водоподъемниками, вибрационными или штанговыми насосами приходится монтировать над водосточником или в непосредственной близости от него. В то же время агрегаты с электрическим или пневматическим приводом насосных устройств при использовании возвышенностей могут быть установлены на расстоянии 30—50 м от источника. Это относится и к ветроэлектрическим агрегатам, которые, если необходимо, могут быть удалены от потребителя на несколько сотен метров.

Если колодец изготовляют непосредственно перед установкой ветродвигателя, то желательно выбрать место бурения колодца таким, чтобы двигатель, смонтированный рядом с ним, находился в наиболее благоприятных условиях. Для этого лучше выбирать более возвышенные места, предпочитая их низинам, котловинам и оврагам.

Вблизи двигателя должно быть как можно меньше деревьев, кустарников, холмов, построек и других препятствий, мешающих свободному прохождению воздушного потока. Мощность, развиваемая двигателем, возрастает пропорционально кубу скорости потока. Поэтому снижение ее, например, только на 10% умень-

шает мощность на 25—30%. Кроме того, препятствия создают повышенную завихренность потока, что ухудшает устойчивость работы механизмов регулирования мощности и скорости вращения и ориентации головки.

Для установок пастбищного назначения выбрать подходящее место нетрудно, так как обычно пастбища имеют равнинный или слегка всхолмленный рельеф. На пастбищах пустынных или полупустынных районов, где есть песчаные барханы, нужно учитывать господствующие направления ветров и по возможности выносить ветродвигатели на вершины холмов, барханов и другие возвышенности.

Следует иметь в виду, что не любой холм пригоден для установки ветродвигателя. Например, на вершине крутого холма (рис. 41, а) вследствие образования завихрения ветроколесо не будет полностью находиться в сфере действия ветрового потока и скорость вращения его может быть ниже, чем внизу, на равнине. Поэтому необходимо выбирать для монтажа ветродвигателя равнинные места или возвышенности с пологими склонами (рис. 41, б).

При использовании ветроустановок на фермах нужно учитывать возможность застройки места, где смонтирован двигатель. Это относится и к ветрооросительным установкам. Площадка, где будет установлен двигатель, должна быть открыта со всех сторон и приподнята над окружающей местностью. Если такого места нет, нужно установить двигатель на направлении действия ветров.

Сведения о направлении и силе ветра (о «розе ветров»¹ и скорости потока) можно получить на ближайшей метеорологической станции.

Не рекомендуется устанавливать двигатель вблизи оврага с обрывистыми скатами, так как воздушный поток, проходя поперек оврага, завихряется и нарушает работу установки.

¹ Розой ветров называется диаграмма, которая в определенном масштабе показывает, какой процент времени в году повторяются ветры с того или иного направления.

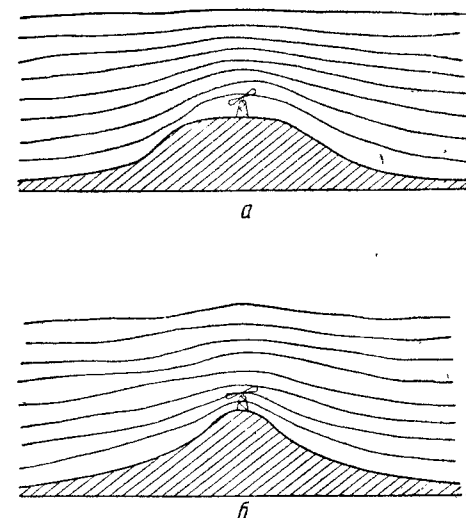


Рис. 41. Прохождение воздушного потока на холме:

а — с крутым склоном; б — с пологим склоном.

Определение скорости ветра по внешним признакам

Характер ветра	Скорость ветра, м/сек	Признаки
Очень легкий	0—1	Движение воздуха незаметно. Движение воздуха едва заметно, шелестят листья
Легкий	1—3	Ветки качаются. Дым плавает в воздухе, сохраняя очертания клубов
Умеренный	4—5	Сучья гнутся. Ветер «слизывает» дым с трубы и быстро перемешивает его с воздухом. Поднимается пыль
Свежий	6—7	Верхушки деревьев шумят, качаются
Очень свежий	8—9	Тонкие стволы деревьев гнутся. Завывает ветер в трубах печей
Сильный	10—11	Листья срываются. Песок поднимается, на стоячей воде вздымаются волны с опрокидыванием гребней
Резкий	12—14	Тонкие сучья ломаются, затрудняется передвижение против ветра
Буря	15—16	Толстые сучья ломаются, сдвигаются с места черепицы на крышах
Сильная буря	17—19	Тонкие деревья ломаются

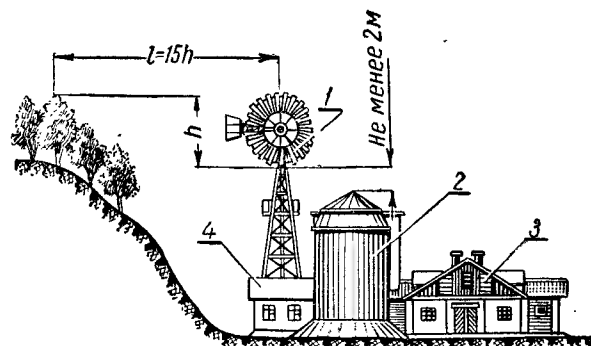


Рис. 42. Нормальное положение ветродвигателя относительно препятствий, нарушающих свободное прохождение воздушного потока:

1 — ветродвигатель; 2 — силосная башня; 3 — коровник; 4 — кормоцех.

Для нормальной работы агрегата необходимо, чтобы расстояние l (рис. 42) от ветродвигателя до высокого препятствия было в 15—20 раз больше величины h , которая представляет собой расстояние от конца лопасти, находящейся внизу, до вершины препятствия. Постройки, деревья, домики чабанов и другие предметы, находящиеся в непосредственной близости от установки, должны быть не менее чем на 2 м ниже конца опущенной лопасти.

Если для снабжения фермы водой или орошения необходимо использовать воду из открытых водоемов, устраивая на берегу водозаборные сооружения, то для устранения вредного влияния берега на работу двигателя его целесообразнее располагать ближе к уровню воды водоема.

При использовании насосных установок и ветроэлектрических агрегатов также следует стремиться располагать их как можно ближе к потребителю.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА

Для приближенного определения скорости ветра можно пользоваться признаками, указанными в таблице 4.

При установке двигателя зимой, а также в степи не всегда можно определить скорость по приведенным признакам. Поэтому в монтажной бригаде должен быть анемометр — прибор для измерения скорости ветра. Наиболее простым прибором является ручной анемометр завода «Метприбор» (рис. 43). При измерениях анемо-

метр держат в руке так, чтобы ось его была вертикальна, а циферблат установлен под углом 45° к направлению ветра. Записав число, которое показывают стрелки анемометра, освобождают рычажком стрелки и одновременно включают секундомер. Через 20—30 сек рычажком останавливают стрелки и записывают новое показание. Разность показаний, поделенная на время по секундомеру, даст скорость ветра в м/сек.

Например, если до начала измерения стрелки показывали 5120 м, а через 30 сек — 5330 м, то средняя скорость ветра за это время будет равна:

$$\frac{5330 - 5120}{30} = 7 \text{ м/сек.}$$

Скорость ветра можно определять и по флюгеру Вильда. На стойке a (рис. 44) флюгера имеется шток b с горизонтальной осью. На оси подвешена доска c размером 150×300 мм, весом 200 г¹, которая может свободно качаться на ней. На оси сбоку доски закреплён сектор g со штифтами, а на штоке перпендикулярно плоскости пластинки — флюгарка d , которая показывает направление ветра и устанавливает пластинку перпендикулярно потоку. Под

¹ Для районов с большими скоростями ветра ставят доску весом 800 г. Такой флюгер называется «с тяжелой доской».

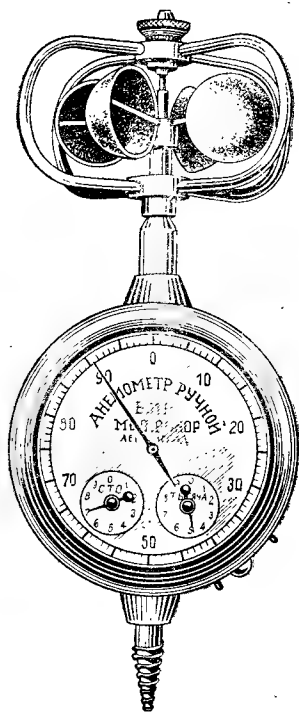


Рис. 43. Ручной анемометр завода «Метприбор».

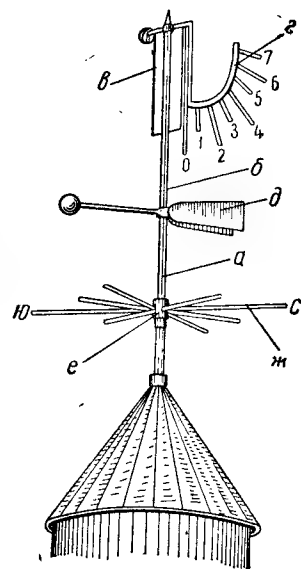


Рис. 44. Флюгер Вильда:

а — стойка; б — шток; в — доска; г — сектор; д — флюгарка; е — муфта; ж — штифт; 0—7 — номера штифтов сектора.

действием ветра пластинка отклоняется, размещаясь против одного из штифтов или между двумя штифтами. Каждому штифту соответствует определенная скорость ветра. Чем она выше, тем больше и угол отклонения. Штифты муфты е указывают стороны горизонта. К штифту ж, обращенному на север, прикреплена буква С.

Флюгер устанавливают на столбе или мачте высотой 8—12 м.

Для определения скорости ветра отходят от мачты в направлении, перпендикулярном положению флюгарки, и, наблюдая качания доски в течение 2 мин, узнают номер штифта или номера штифтов сектора указателя скорости, около которого или между которыми наблюдалось среднее положение доски за это время. Номера штифтов сектора считают снизу вверх от 0 до 7. Скорость ветра определяют в зависимости от среднего положения доски (табл. 5).

Определение скорости ветра по флюгеру Вильда

Среднее положение доски флюгера	Около 0-го штифта	Между 0-м и 1-м штифтами	Около 1-го штифта	Между 1-м и 2-м штифтами	Около 2-го штифта	Между 2-м и 3-м штифтами	Около 3-го штифта	Между 3-м и 4-м штифтами	Около 4-го штифта	Между 4-м и 5-м штифтами	Около 5-го штифта	Между 5-м и 6-м штифтами	Около 6-го штифта	Между 6-м и 7-м штифтами	Около 7-го штифта
Скорость ветра при наблюдениях по флюгеру, м/сек:															
с легкой доской (ФВЛ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	17	20
с тяжелой доской (ФВТ)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	34	40

ПОДГОТОВКА АГРЕГАТОВ К СБОРКЕ И ПОДЪЕМУ

Для сборки и установки двигателей малой мощности обычно требуется небольшая площадка длиной 10—15 м, шириной 5—7 м. Выбрав площадку, ее выравнивают и очищают. Затем привозят и сгружают на площадку двигатель, оборудование установки и строительные материалы.

Монтаж и подъем ветродвигателя и оборудование установки состоят из следующих основных работ: подготовка такелажного (подъемного) оборудования¹ (лебедки, стрелы и др.) и отдельных частей установки, сборка двигателя, подъем и установка его в рабочее положение, регулировка механизмов, монтаж и проверка работы водоподъемного и электрического оборудования.

Для монтажа ветронасосных установок пастбищного типа и малых ветроэлектрических агрегатов нужна бригада из двух человек: слесаря-монтажника пятого разряда (он же бригадир) и слесаря-монтажника третьего или четвертого разряда. При монтаже электрических установок вместо слесаря в состав бригады включают электрика-монтажника (электромонтера) пятого разряда. Если необходимо, в помощь бригаде выделяются подсобные рабочие, выполняющие и строительные работы (рытье котлованов, выравнивание площадки, закладка фундаментов и др.).

Бригада обязана выполнить полный комплекс работ и сдать установку на ходу представителям хозяйства.

До начала монтажа ветроустановки необходимо иметь типовый проект ее применения, разработанный Гипросельхозом, Гипро-

¹ Для подъема ветронасосного или ветроэлектрического агрегата небольшой мощности используют автомобиль или трактор. В этом случае, кроме стрелы и троса, никакого такелажного оборудования не требуется.

водхозом, или индивидуальный проект, составленный местной организацией (облводхозом, облсельхозпроектом).

Подготовленное основное такелажное оборудование и полученные со склада узлы и детали двигателя и оборудование выгружают на строительной площадке.

Проверяют, соответствует ли фактическое количество частей двигателя списочному в упаковочной ведомости и спецификации, имеющейся в заводской инструкции. Если обнаружена недостача или повреждение деталей, бригадир в присутствии представителя хозяйства, которому принадлежит двигатель, составляет акт проверки комплектности ветроагрегата (см. приложение 1) и направляет его организации, виновной в этом (заводу-изготовителю, транспортной организации или базе). Одновременно принимают меры к получению недостающих деталей и замене поврежденных. При небольших повреждениях детали могут быть отремонтированы в мастерских монтажной организации или районного отделения «Сельхозтехники».

После проверки узлов и деталей их раскладывают поблизости от места сборки в том порядке, в каком будут собирать.

Опыт показывает, что предварительная подготовка деталей и узлов ускоряет процесс сборки. Очистив детали и механизмы от заводской смазки и покрыв свежей смазкой подшипники и трущиеся поверхности, проверяют резьбу болтов и гаек и, если необходимо, прогоняют резьбу плашкой или метчиком; контролируют отверстия в уголках башни; болты должны проходить в них свободно. Так же проверяют посадку ступицы ветроколеса и шкивов на валы, подшипники головки и т. д.

Для монтажа необходимо применять соответствующий инструмент, приспособления (табл. 6) и материалы (табл. 7), а также иметь в виду, что пастбищные насосные установки поставляются заводом с собранными и уже отрегулированными узлами.

Под руководством бригадира намечают на площадке места для рытья котлованов под фундаменты и якорные столбы или бревна¹ крепления подъемного оборудования. Желательно, чтобы скважина или колодец и насосная шахта были изготовлены заранее.

Если колодец долго не использовался, необходимо его вычистить. Это улучшит водоотдачу и работу насосного оборудования.

На ветродвигатель постоянно действуют воздушный поток, атмосферные осадки, пыль. Поэтому монтировать его следует тщательно, не допуская отклонений от технических требований. Плохая сборка (использованы неисправные болты, не установлены шпильки, шайбы и т. д.) может привести к аварии.

Ветроагрегат надо собирать, как указано в заводской инструкции, поступающей с двигателем. Посадка подшипников и шкивов, размеры крепежных и других деталей должны соответствовать

¹ Иногда якорные столбы или якорные бревна называют якорями.

Таблица 6

Инструмент, необходимый для монтажа установки

Инструмент или приспособления	Количество
Тиски параллельные 120 мм	1
Ручники слесарные	2
Зубила	2
Отвертка	1
Напильники драчовые (плоский 450 мм и круглый 350 мм)	2
Напильник личный плоский 350 мм	1
Пожовка по металлу	1
Дрель ручная с патроном для сверл диаметром до 10 мм .	1
Сверла цилиндрические диаметром 1—10 мм	1 комплект
Ключи:	
цепной	1
трубный № 2	1
глухие размером до 41 мм	1 комплект
разводные № 2 и № 4	2
Пассатижи и острогубцы	2
Выколотка бронзовая диаметром 40 мм	1
Штангенциркуль 200 мм	1
Линейка металлическая 500 мм	1
Уровень	1
Отвесы	2
Кувалда	1
Зубило кузнечное	1
Пила поперечная	1
Ножовка по дереву	1
Бурав диаметром 12 мм	1
Топор	1
Лопаты	2

требованиям чертежей. Не следует напрессовывать подшипники на вал кувалдой. Там, где это предусмотрено, нужно применять шпильки и контргайки. Запрещается пользоваться шпильками или шайбами, бывшими в употреблении. Особое внимание необходимо обращать на крепление лестниц и ступенек. Устройства и козлы для сборки башни следует изготавливать из хорошего леса.

Если во время монтажа требуется пользоваться подъемными приспособлениями, то трос нужно применять с четырех-пятикратным запасом прочности. Обычно для подъема небольших ветроагрегатов достаточен трос диаметром 8—10 мм, а грузоподъемность лебедки должна быть 0,5—1 т.

Узлы (рис. 45, а) троса при натяжении должны не развязываться, а, наоборот, затягиваться. При монтаже и подъеме следует применять также надежные тросовые замки (рис. 45, б).

При сращивании двух тросов (узел 1, см. рис. 45, а) свободные концы их соединяют с рабочим тросом при помощи зажима или прочно обматывают отожженной проволокой. Петлю 7 также закрепляют зажимом. Наилучшим считается замок 11, так как при

Материалы, необходимые для монтажа ветроустановок

Наименование	Марка ветроустановки и агрегата				Назначение
	ВЭ-2М	ВЭС-1-5	ВП-3М, ВВУ-3	ВБ-3	
Керосин, кг	1,0	2,0	2,0	2,0	Для промывки деталей
Смазка УС (солидол), кг	1,5	1,0	2,0	1,0	Для смазки подшипников
Автопакторное масло, кг	—	1,5	4,0	—	Для смазки редукторов
Ветошь, кг	1,0	2,0	2,0	2,0	Для чистки деталей
Наждачная бумага, м ²	0,3	0,5	0,5	0,4	То же
Бутовый камень, м ³	—	9,0	2,0	5,0	Для изготовления фундамента
Гравий (щебень), м ³	—	0,5	0,5	0,5	
Песок речной, м ³	—	2,0	0,3	1,0	
Цемент, т	—	1,2	0,5	1,0	

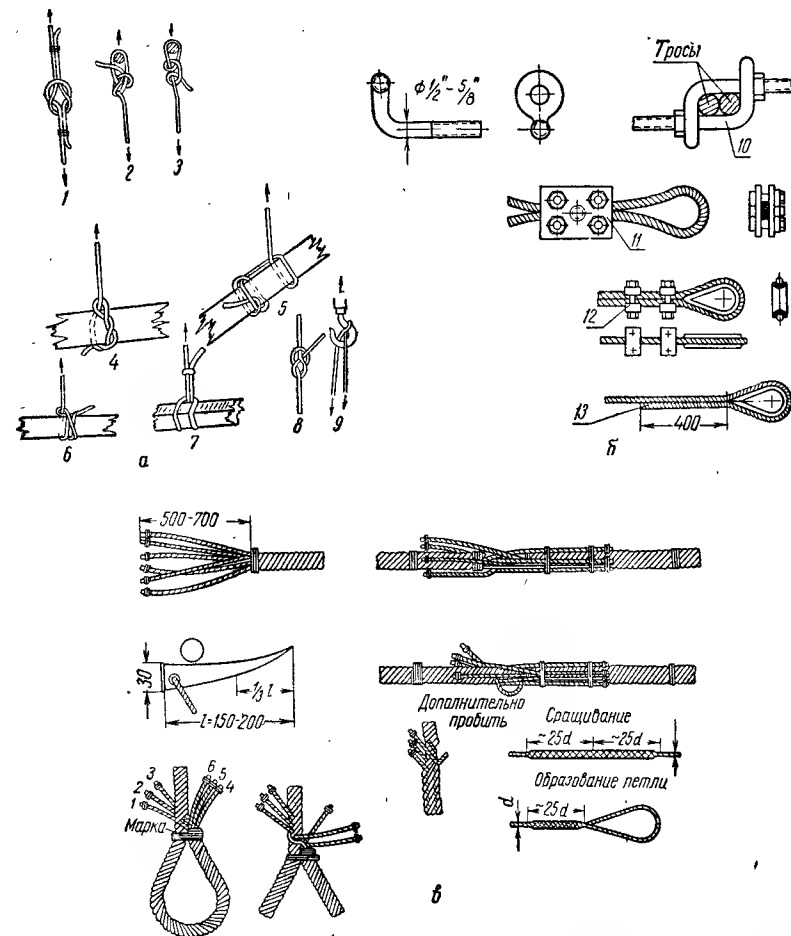


Рис. 45. Узлы (а) для завязывания троса, применяемого для спуска и подъема деталей; типы тросовых замков (б) и приемы разделки тросов (в):

1 — узел при сращивании двух тросов; 2 — морской узел; 3 — двойной узел для крепления троса к крюку или стержню конструкции; 4, 5 и 6 — узлы; 7 — петля для подъема предметов; 8 — соединение конца троса со сращенной петлей; 9 — накидывание петли на крюк; 10 — замок на скобах; 11 — пластинчатый замок; 12 — замок на зажимах; 13 — замок облегченного типа.

таким креплением трос почти не перегибается, благодаря чему увеличивается его долговечность. Для поднятия сравнительно легких деталей и крепления растяжек рекомендуется применять замок 13 (рис. 45, б) облегченного типа. Приемы разделки тросов приведены на рисунке 45, в.

При подъеме ось барабана лебедки должна быть расположена перпендикулярно направлению грузового троса, а середина

барабана — на линии хода троса, иначе трос будет сползать к одной стороне барабана и перетираться вышележащими витками. Надо следить, чтобы трос ложился виток за витком, не перекручивался и сильно не перегибался. Под острые углы башни в местах касания троса ставят деревянные прокладки.

Особенно тщательно нужно вязать узлы крепления подъемной оснастки. Скобы, хомуты и другие ее детали выполняют из материалов, указанных в инструкции.

Нормы времени и расценки на монтаж ветродвигателей и водоподъемного оборудования утверждены Министерством сельского хозяйства СССР (сборник В-46 ведомственных норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы, 1960 г. «Монтаж машин, оборудования и энергетических установок на животноводческих фермах и пастбищах»).

При монтаже ветродвигателей в отдаленных местностях, на Крайнем Севере, нормы времени увеличивают, умножая их на соответствующие поясные коэффициенты. Так, например, для Казахстана этот коэффициент равен 1,2. Если, кроме ветродвигателя, устанавливают кормоперерабатывающие машины и трансмиссию, работы оплачивают дополнительно. Стоимость работ по монтажу и наладке ветродвигателей, ветронасосных установок и ветроэлектрических (зарядных) агрегатов, не вошедших в Сборник, определяют, учитывая вес установки, сложность монтажа и подъема, местные условия.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При монтаже и подъеме необходимо соблюдать следующие основные правила, обеспечивающие безопасность работ и сохранность оборудования.

1. Бревно для стрелы (если не поставляется металлическая стрела) должно соответствовать ГОСТ на строительный лес. Запрещается применять бревна, ослабленные отверстиями и пропилами.

2. Не следует применять ржавый, перекрученный, с рваными проволоками трос. К нему должен прилагаться паспорт, в котором указывают его диаметр и грузоподъемность.

3. Под гайки и головки болтов в местах их прилегания к деревянной оснастке необходимо подкладывать шайбы из полосовой стали с достаточной опорной площадью.

4. Грузовая лебедка должна быть исправной и иметь фрикционный тормоз.

Ее надо устанавливать так, чтобы при опускании груза тормоз был включен. При подъеме запрещается работать с откинутой собачкой. Трос должен навиваться на барабан с его нижней части. Не следует пользоваться подъемным оборудованием, на которое нет паспорта.

Не допускать крутых перегибов троса в местах крепления его к поднимаемому грузу. Чтобы свободные концы тросов не расплелись, их обматывают мягкой проволокой.

5. Перед подъемом необходимо проверить прочность троса и оснастки. Для этого, приподняв на 10—12 см при помощи лебедки двигатель, закрепляют подъемное устройство и оставляют двигатель в таком положении. При этом напряжения в оснастке получаются наибольшими. Затем на башню (ближе к вершине) становится человек. Если трос не обрывается, а оснастка не деформируется, можно поднимать груз.

6. Поднимать двигатель рекомендуется в тихую погоду (скорость ветра не должна превышать 6 м/сек). Не разрешается поднимать также при температуре ниже 25°, так как оснастка на морозе становится хрупкой. Пробный пуск ветродвигателя желательно проводить при скоростях ветра 4—6 м/сек.

7. Оттяжки и грузовой трос разрешается освобождать только после того, как башня и ее шарниры полностью закреплены, цементный раствор фундаментов окончательно затвердел.

8. К высотным работам не разрешается допускать лиц, страдающих головокружением и сердечными болезнями. Запрещается стоять под грузом и ходить под башней, когда работают наверху или поднимают двигатель.

9. При подъеме на башню необходимо уложить инструмент в сумку, закрепленную наплечным ремнем так, чтобы руки были свободны. Крупный инструмент и громоздкие предметы следует поднимать или опускать при помощи веревки. Запрещается сбрасывать детали и инструмент.

10. При работах наверху рабочий должен иметь пожарный пояс и цепь или веревку с карабинами и привязываться к неподвижным частям конструкции. Одежда должна хорошо облегать тело. Широкая одежда (плащ, рубашка без ремня) мешает работе и может явиться причиной несчастного случая.

11. При пробном пуске двигателя запрещается находиться под башней, работать наверху и стоять у основания башни во время бури и грозы.

Монтажная бригада всегда должна иметь медицинскую аптечку для оказания первой помощи.

ГЛАВА 6

Монтаж и наладка ветронасосных агрегатов

При установке ветродвигателя уточняют характеристику колдча: его дебит, статический и динамический горизонты воды, размеры шахты или диаметр обсадных труб, тип и состояние

фильтров. Для наиболее эффективного использования ветродвигателя желательно, чтобы дебит водоисточника был выше максимальной производительности установки при расчетной скорости ветра. Расстояние от динамического уровня воды до конца напорного трубопровода или до верхнего края бака (бапни) не следует брать больше чем 0,75—0,8 высоты, соответствующей максимальному давлению, на которое рассчитана установка. Несоблюдение этих условий может в отдельных случаях привести к порче водоисточника или перегрузкам ветродвигателя. Если дебит колодца увеличить нельзя, необходимо углубить или уширить колодец в нижней части, создав, таким образом, подземный резервуар с запасом воды не менее 5 м^3 .

МОНТАЖ И НАЛАДКА ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИКА ВП-3М

Ветроводоподъемник ВП-3М поступает на монтажную площадку отдельными узлами, упакованными на заводе-изготовителе. Проверив наличие узлов и деталей по упаковочной ведомости, собирают ветроводоподъемник на том месте, где он будет эксплуатироваться.

Вокруг колодца расчищают и планируют площадку радиусом 9—10 м и размечают на ней места расположения двигателя и якорей 2 (рис. 46) растяжек 1. Центр этой площадки берут на внешнем диаметре оголовка колодца. До начала работ роют ямы под основание 8 опоры ветродвигателя и якоря растяжек. Центр ямы глубиной 0,8 м под основание ветродвигателя должен отстоять от оголовка колодца на расстоянии 0,3 м и располагаться так, чтобы можно было оборудовать подъезды для автомобилей при подъеме или место для установки лебедки.

Основание опоры устанавливают в яму, дно которой должно быть выравнено и утрамбовано. При этом стойку 3 ставят так, чтобы шкив 5 контрпривода располагался относительно колодца, как показано на рисунке 12, а плита основания стояла горизонтально заподлицо с поверхностью земли. Основание закапывают, трамбуя грунт через каждые 0,2 м толщины слоя подсыпки. Ветроводоподъемник собирают два человека.

К плите зарытого основания нижним болтом 2 (рис. 47) присоединяют стойку 1 опоры и опускают ее на невысокую подкладку (отрезок бревна, доски и т. п.). К плите 6 прикрепляют болтами нижний редуктор и заливают в него 1,5 л автотракторного масла: летом АК-15, зимой АК-10.

В трубу мачты 5 (см. рис. 12) вкладывают трехметровый промежуточный вал, соединяют его муфтой с вертикальным валом нижнего редуктора 7 и крепят мачту 5 болтами М10 к нижнему редуктору.

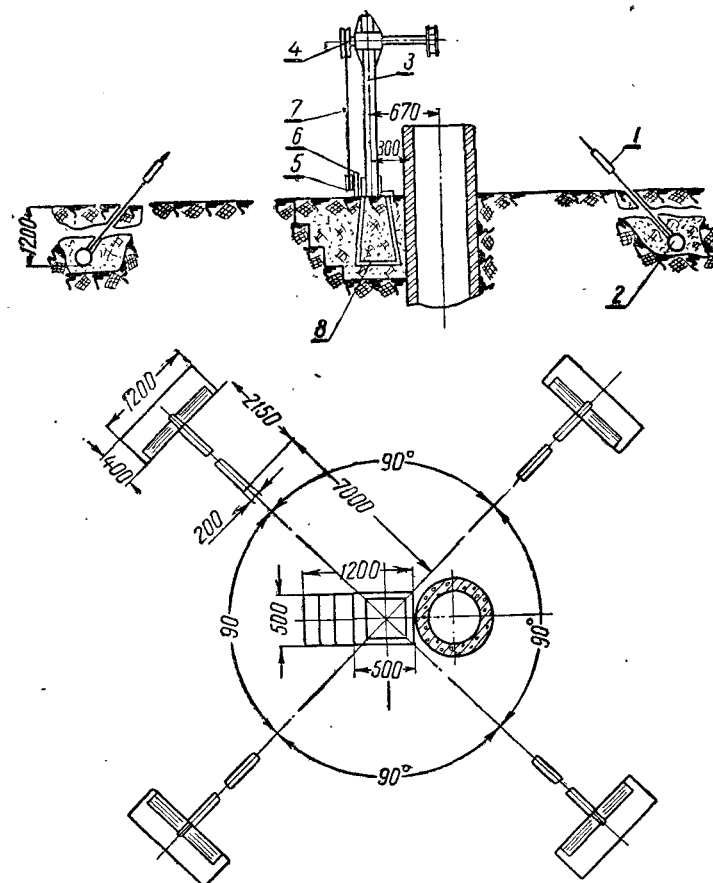


Рис. 46. Площадка для монтажа ветроводоподъемника ВП-3М:

1 — растяжка; 2 — якорь; 3 — стойка; 4 — шкив отбора мощности; 5 — шкив контрпривода; 6 — шкив генератора; 7 — клиновой ремень; 8 — основание.

Головку ветроводоподъемника присоединяют к верхнему фланцу трубчатой мачты, предварительно соединив вертикальный вал головки с промежуточным валом. Под опорный стакан головки подставляют монтажные козлы 4 (рис. 48) высотой 1,0—1,2 м, в картер верхнего редуктора заливают 1 л автотракторного масла и приступают к сборке хвоста и механизма автоматического ограничения скорости вращения. Собранный хвост соединяют с головкой с помощью оси 4 (см. рис. 13), которую фиксируют стопором со шплинтом. На ось надевают петлю растяжки хвоста с шайбой и шплинтуют ее. К основанию верхнего редуктора крепят рычаг 12 регулятора. Цепь пружины 13 механизма регулирования

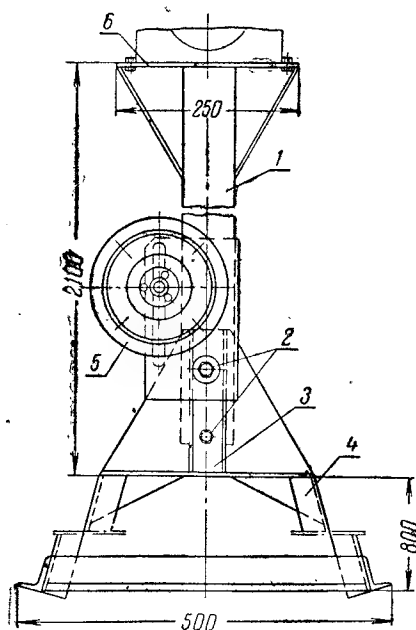


Рис. 47. Основание опоры ветроводоподъемника ВП-ЗМ:

1 — стойка опоры; 2 — болты; 3 — швеллер; 4 — основание; 5 — шкив контрпривода; 6 — плита.

кладки, а в центре его также на подкладке устанавливают ступицу.

Спицы набирают, как указано на рисунке 49. При этом предварительно делают разметку отверстий на верхнем и нижнем ободьях и верхнем и нижнем фланцах ступицы соответственно (1, 2...18 и 1', 2'...18').

При наборе спиц следует иметь в виду, что спица № 1 нижнего ряда должна быть смещена относительно спицы № 1 верхнего ряда на полшага против часовой стрелки, если смотреть на ветроколесо сверху.

После набора спиц заворачивают гайки нижнего ряда так, чтобы они упирались в обод, но не натягивали спицы. Затем равномерно ключом нормальной длины затягивают гайки спиц верхнего ряда до тех пор, пока обод не поднимется над прокладками. Собранный обод устанавливают на главный вал верхнего редуктора и закрепляют. Затем поворачивают колесо и устраняют осевое биение, которое не должно превышать 10 мм.

Величину биения проверяют мерной планкой, устанавливаемой на трубе мачты.

соединяют с рычагом 12 и с ушком на трубе хвоста. Пружина при положении трубы хвоста, перпендикулярном к плоскости ветроколеса, не должна провисать, но и не должна быть сильно натянута.

К другим ушкам хвоста крепят трос 18 пуска и остановки и ограничительную цепь 16 с амортизатором 15. Вертлюжную муфту 11 (см. рис. 12) соединяют тягой 12 с коромыслом 6. После этого приступают к сборке ветроколеса — наиболее ответственной и трудоемкой операции.

Ветроколесо собирают только при первой установке ветродвигателя. При перемене места ветроколесо перевозят в собранном виде.

Сборку ведут на земле и начинают со стыковки секторов обода в соответствии с заводской керновкой. Секторы соединяют заклепками. Собранный обод укладывают на четыре под-

Провисание отдельных участков обода устраняют, отпуская нижнюю спицу и подтягивая верхнюю, а поднятие участка обода, — наоборот, отпуская верхнюю спицу и подтягивая нижнюю.

После устранения биения подтягивают натянутые спицы и концы их гайками.

Лопастей 4 (рис. 50) плотно насаживают на спицы 2 выпуклой стороной к головке ветродвигателя (вниз), обжимая их края при помощи деревянного молотка и подкладки.

Прокручивая ветроколесо, проверяют правильность соединений, нет ли заедания в редукторе. Натягивая коромысло, проверяют, нет ли заедания в системе ограничения скорости вращения. После этого готовят ветродвигатель к подъему.

В ямы закладывают якоря с концами растяжек, имеющими тандеры. Тросы растяжек, идущие от проушин мачты, соединяют с тандерами, которые должны быть распушены до предела. Растяжка 1 (см. рис. 48), обращенная в направлении подъема, должна быть свободной. К ней присоединяют подъемный трос (6—10 мм), перекинув его через вершину стрелы подъема, и направляют к подъемной лебедке или к переднему крюку автомобиля.

В качестве стрелы может быть использован кусок трубы диаметром 1,5 или 2" или бревно диаметром не менее 120 мм. Схема соединения подъемной стрелы приведена на рисунке 51. Лебедку грузоподъемностью не менее 0,5 т устанавливают точно по линии подъема на расстоянии 15—20 м от ветродвигателя. Очень удобно поднимать ветродвигатель с помощью автомобиля. Трос подъема при этом закрепляют за его передний крюк, подъем ведут на передаче заднего хода так, чтобы водитель видел сигналы монтажников.

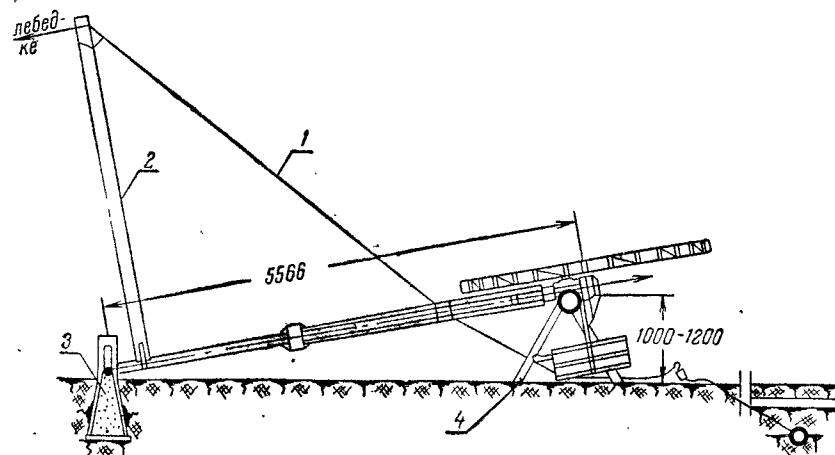


Рис. 48. Схема подъема ветроводоподъемника ВП-ЗМ:

1 — растяжка; 2 — подъемная стрела; 3 — основание; 4 — монтажные козлы.

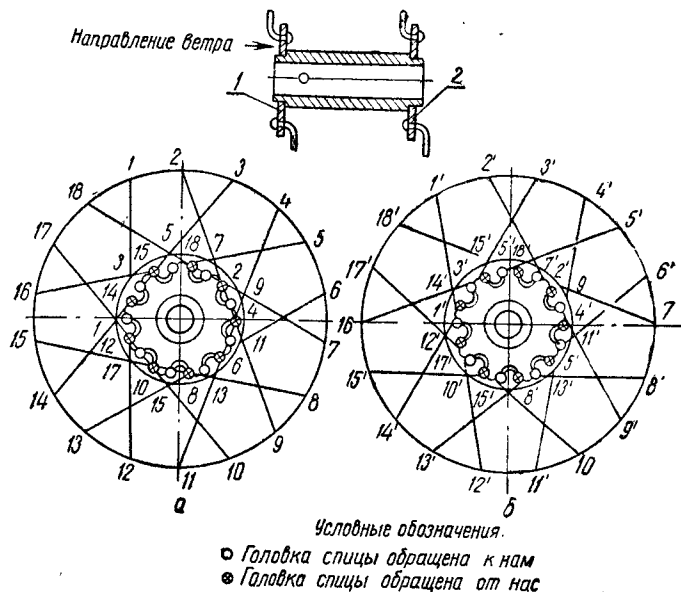


Рис. 49. Схемы набора спиц ветроколеса агрегата ВП-3М:

а — схема набора спиц фланца 1; б — схема набора спиц фланца 2; 1 и 2 — фланцы.

Следует иметь в виду, что подъем ветродвигателя можно вести при скорости ветра не выше 6 м/сек с ветроколением, сложенным с хвостом и привязанным к нему и головке.

В вертикальном положении ветродвигатель фиксируют другим болтом 2 (см. рис. 47), закрепляют четвертую растяжку, после чего подтягивают все растяжки и собирают водоподъемник.

На нижнем редукторе устанавливают рукав 8 водоподъемника (см. рис. 14) и крепят к нему водосборник, который надевают на шкив водоподъемника через сегментное отверстие в его корпусе.

Перед тем как надеть ленту водоподъемника, определяют ее длину. Для этого замеряют с помощью бичевы с грузом расстояние от оси ведущего шкива до дна колодца. Длину ленты, необходимую для нормальной работы водоподъемника, определяют умножением на две величины замеренного расстояния, уменьшенной на 0,5—0,7 м.

Например, при глубине колодца 10 м длина ленты должна быть $(10 - 0,5) \cdot 2 = 19$ м. При этой длине нижний шкив будет находиться в воде на расстоянии примерно 0,25 м от дна колодца. Полученную длину отмеряют от того конца ленты, на котором имеется петля, а на свободном конце приклепывают крючок. Заклепки крючка должны проходить между отверстиями ленты, а головки заклепок — на одной стороне ленты. Во избежание спол-

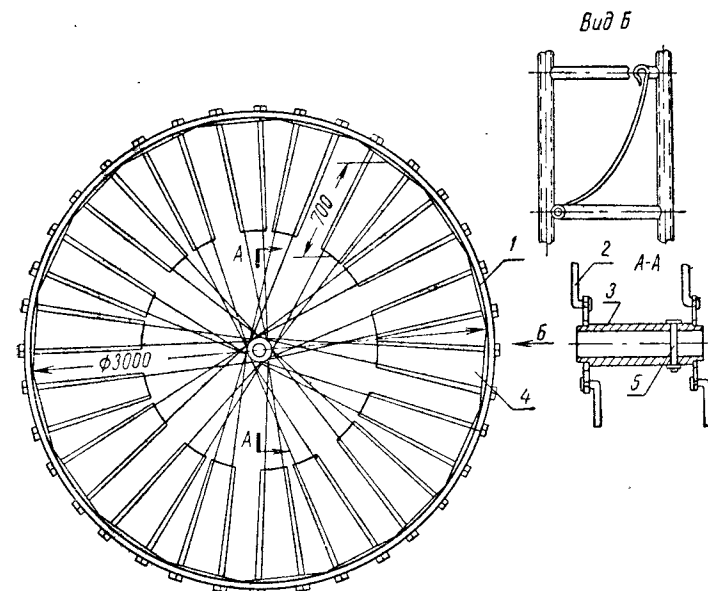
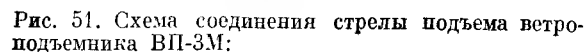


Рис. 50. Ветроколение агрегата ВП-3М:

1 — обод; 2 — спица; 3 — ступица; 4 — лопасть; 5 — стопорный болт.

зания ленты со шкива кромки крючка и ленты должны быть строго параллельны. Конец ленты 3 (см. рис. 15) продевают под натяжной шкив 4, пропускают его через стакан водосборника 1, огибают приводной шкив 2 и, выпустив через второй стакан, соединяют его с другим концом. При этом выпуклые стороны петли и крючка не должны касаться шкивов. Ленту можно сшивать и сыромятным ремнем, как это делают при сшивке приводных ремней. Нижний шкив с лентой осторожно опускают в колодец. После этого из досок делают защитное ограждение отрезка ленты, расположенного между оголовком колодца и нижней частью водосборника. Такое ограждение предотвращает ухудшение работы водоподъемника при сильном ветре.

Перед пробным пуском ветроводоподъемника, который проводят при скорости ветра 5—7 м/сек, нужно еще раз убедиться в правильности монтажа, отсутствии заедания в узлах ветродвигателя и отрегулировать систему автоматического пуска и остановки. Прежде всего, отсоединив тягу 12 (см. рис. 12), идущую от вертикальной муфты 11 к коромыслу 6, и перемещая контргруз, уравновешивают балластный бачок 14 и добиваются легкости поворота его вокруг оси. Вновь присоединяют тягу к коромыслу и, убедившись, что отверстие балластного бачка и верхнее отверстие шланга 15 не засорены, регулируют положение бачка относительно верхнего края резервного бака.



Хорошо отрегулированный ветроводоподъемник должен работать спокойно, без посторонних шумов.

Вокруг водоисточника расчищают и планируют площадку радиусом 2,5—3 м, а рядом с ним готовят место, где будут собирать агрегат.

Монтаж и наладку ветроустановки ведут двое рабочих, и только на время ее подъема в помощь выделяется еще один рабочий. После оборудования колодца и планировки площадки выполняют операции по сборке, подъему и наладке ветроводоподъемника, устанавливают резервный бак, напорную магистраль к нему и монтируют водоопойные корыта.

Затем устанавливают на ремнях растяжках внутри башни точно по ее оси верхний отсек 4 водоподъемной трубы, конец которой соединяют с фланцем вертлюга 5. Присоединив к верхнему отсеку переходник 6, устанавливают на вал ветроколесо и конусным штифтом при помощи гайки и контрочечной пайбы укрепляют втулку на валу. Чтобы установить хвост, два его уголка крепят четырьмя болтами к приливам головки.

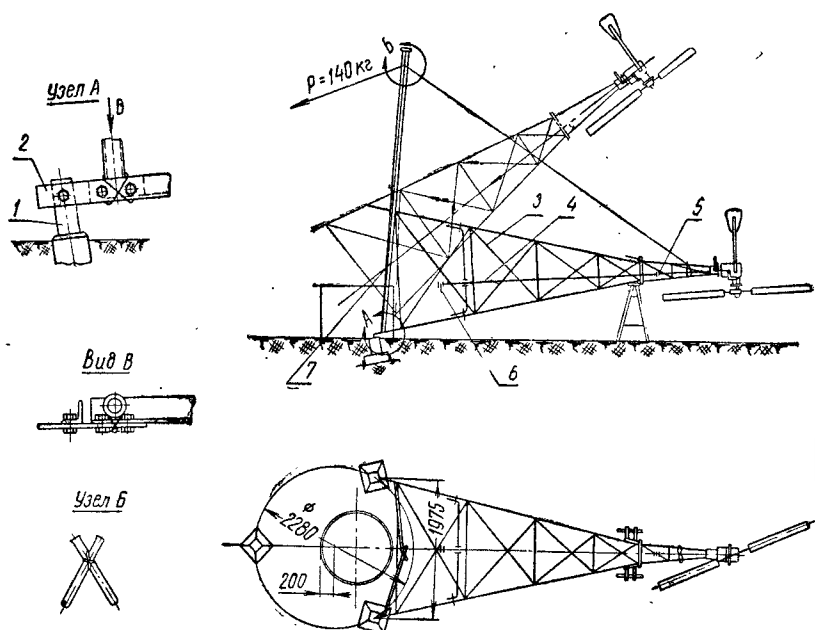


Рис. 52. Схема расположения фундаментов ветроводоподъемника ВВ-3 относительно водоемника:

1 — фундаментная нога; 2 — планка; 3 — раскос; 4 — верхний отсек водоподъемной трубы; 5 — вертлюг; 6 — переходник; 7 — стрела.

Закончив сборку ветроводоподъемника, собирают стрелу 7 из двух отсеков водоподъемных труб. Верхние концы труб устанавливают крест-накрест и стягивают мягкой проволокой диаметром 3—4 мм, а нижние концы привязывают проволокой к уголкам башни около шарниров.

Одним концом подъемного троса, диаметр которого должен быть не менее 6 мм, а длина 15—20 м, обвязывают головку, заводят трос на перекрестье стрелы, а другой его конец привязывают к переднему крюку автомобиля или трактора или закрепляют на барабане ручной лебедки. Ее следует надежно закрепить за деревянные якоря, вкопанные в землю, так как усилие на тросе в начальный момент подъема достигает 140—150 кг. Чтобы в конце подъема при переходе башни к вертикальному положению смягчить удар, к нижней панели лежащей башни привязывают заднюю оттяжку — трос диаметром 3—4 мм, за который удерживают башню при подъеме и креплении третьего основного уголка к фундаменту, после того как башня займет вертикальное положение.

Перед подъемом проверяют прочность крепления троса и стрелы. Для этого приподнимают тросом двигатель на 10—15 см

от подставки и дополнительно нагружают головку. Если все узлы затянуты хорошо, поднимают агрегат и стыкуют третий уголок с ногой фундамента. Убрав планки 2, соединяют болтами М10 внахлестку два остальных уголка башни с ногами фундаментов.

Подсыпая землю или щебенку под фундаменты, добиваются, чтобы ось башни была вертикальна. Ее положение определяют отвесом (шпагат с грузом), опущенным из центра верхнего отсека. Если башня установлена с наклоном, головка не будет точно ориентироваться по направлению ветра, вследствие чего ухудшится производительность ветроводоподъемника.

Выверив положение башни, окончательно засыпают фундаменты землей и хорошо утрамбовывают землю.

Водоподъемник собирают на площадке в горизонтальном положении. Общую длину труб подбирают, учитывая глубину водоемника и динамический уровень воды так, чтобы корпус насоса с шаровым клапаном был на 0,5—0,8 м ниже уровня воды. При малом дебите водоемника можно заглубить насос больше, но так, чтобы расстояние от дна колодца до корпуса было не меньше

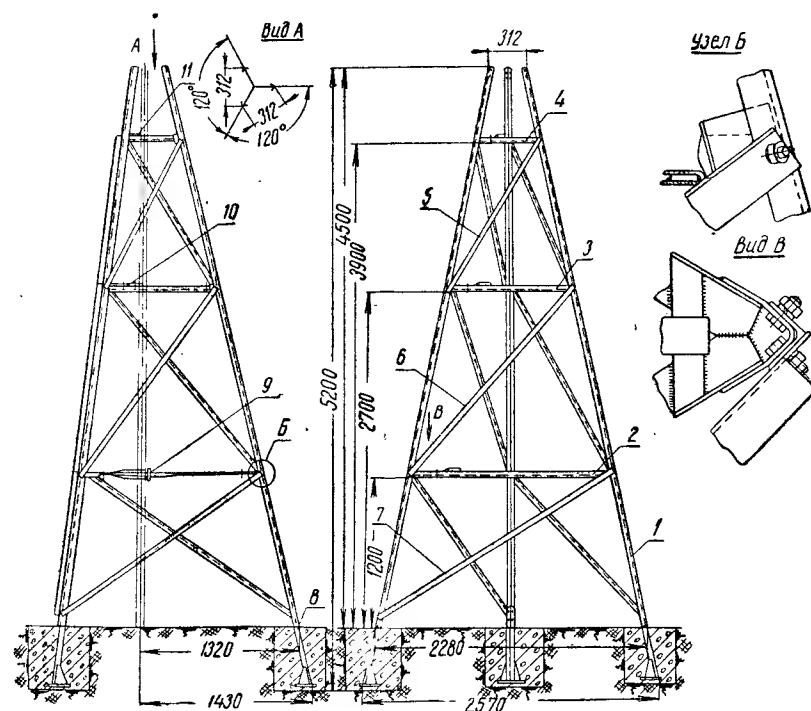


Рис. 53. Сборка башни ветроводоподъемника ВВ-3:

1 — основной уголок; 2 — первый пояс; 3 — второй пояс; 4 — третий пояс; 5, 6 и 7 — раскосы; 8 — фундаментная нога; 9, 10 и 11 — растяжки.

0,3—0,4 м. Если необходимо, один из отсеков труб укорачивают до требуемой длины. Отрезанный конец трубы, предварительно нагретый до 500—700°, развальцовывают с помощью конусной оправки, прилагаемой к установке.

При монтаже труб болты, соединяющие фланцы, затягивают равномерно, чтобы оси всех труб составляли одну прямую линию, а в соединениях не было течи. Для создания герметичности конусных соединений труб постукивают деревянным молотком (киянкой) по буртикам конусных фланцев.

Собранный и выверенный водоподъемник поднимают рядом с башней в вертикальное положение, опускают в водоисточник с внешней стороны башни, затем заводят его внутрь фермы и стыкуют с фланцем переходника 6.

Закончив монтаж, проверяют и регулируют механизмы.

НАЛАДКА ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИКА

Сначала проверяют работу системы регулирования и механизма автоматической остановки при заполнении резервного бака. Когда колесо не вращается, лопасти ветроколеса должны занимать пусковое положение, т. е. находиться под наибольшим углом. Этот угол между хордой лопасти и плоскостью вращения колеса должен быть равен 25°. Его величину проверяют угломером при горизонтальном положении лопасти. Малая пружина регулирования должна быть сжата на 3 мм и развивать усилие около 250 г, а предварительно сжатая основная пружина — 20,6 кг.

Сжав от руки малую пружину, ставят лопасти в рабочее положение, при этом угол с 25° должен уменьшиться до 5°. Затем перемещают балластный бачок до отказа вниз, вследствие чего лопасти поворачиваются и устанавливаются на отрицательный угол (примерно 3°). При отпускании бачка пружины легко и плавно возвращают лопасти в первоначальное положение, то есть устанавливают «на пуск».

Правильность предварительной затяжки центральной пружины проверяют при слабом ветре (не более 2—2,5 м/сек) по положению лопастей остановленного ветродвигателя.

При нормальной затяжке пружины лопасти находятся в горизонтальной плоскости, а кривошип и водоподъемная труба занимают среднее положение. Если пружина сжата слабо, лопасти находятся в вертикальном положении, а кривошип в нижнем. Если же усилие предварительной затяжки слишком велико, то лопасти располагаются вертикально, а кривошип находится вверх. В этом случае затяжку пружины ослабляют, для чего отпускают гайки опоры.

Тормоз регулируют так, чтобы конец рычага 3 (см. рис. 21) с противовесом 8 немного перевешивал конец рычага, от которого

идет трос к балластному бачку. При этом верхняя крышка бачка должна располагаться на 50—100 мм ниже верхней кромки резервного бака для воды.

Проверив натяжение растяжек водоподъемной трубы, еще раз смазывают все подвижные соединения, прокручивают несколько раз от руки ветроколесо и, убедившись, что колесо не стучит и не заедает, легко вращается, опробывают агрегат в действии. Вначале включают ветроводоподъемник при небольшой скорости ветра (3—5 м/сек). Если при этом агрегат работает нормально, дают двигателю поработать при этой скорости ветра. Остановившись, двигатель должен при меньшей скорости (около 2,5—3 м/сек).

Затем запускают водоподъемник, который должен непрерывно работать 25—30 ч при скоростях ветра 5—10 м/сек. Система регулирования должна вступать в действие при скорости потока воздуха 5—6 м/сек, а при больших скоростях — ограничивать число оборотов ветроколеса до 470—480 в минуту (расчетное число 420 об/мин). Во время работы башня не должна вибрировать, а вода должна подаваться устойчиво. После нескольких десятков часов работы проводят осмотр узлов и механизмов, а также контроль затяжки болтовых соединений. Замеченные неисправности немедленно устраняют.

Бригадир монтажной бригады вместе с представителем хозяйства составляет акт об окончании работ и передает хозяйству агрегат для эксплуатации.

Следует иметь в виду, что завод гарантирует исправную работу агрегата, бесплатную замену деталей и проведение ремонта в течение года со дня отгрузки ветроводоподъемника только при правильно выполненном монтаже и соблюдении правил эксплуатации и технического ухода, изложенных в инструкции.

МОНТАЖ И НАЛАДКА ВЕТРОУСТАНОВКИ ВВУ-3

До начала монтажа выравнивают и утрамбовывают площадку размером примерно 8×8 м и размечают по схеме, показанной на рисунке 54. Место надо выбирать открытое, особенно на направлениях господствующих ветров. Ветроустановку размещают рядом с колодезем, на противоположной стороне от бака так, чтобы удобно было сливать в него воду.

Размечают площадку от центральной оси $O_1 O_1$, вдоль которой впоследствии будут поднимать двигатель. Под основание 4 мачты роют яму размером 0,7×0,7 м и глубиной около 0,9 м.

До перевозки агрегата на монтажную площадку проверяют его комплектность поставки по упаковочной ведомости. Тщательно осматривают, не повреждены ли узлы и детали.

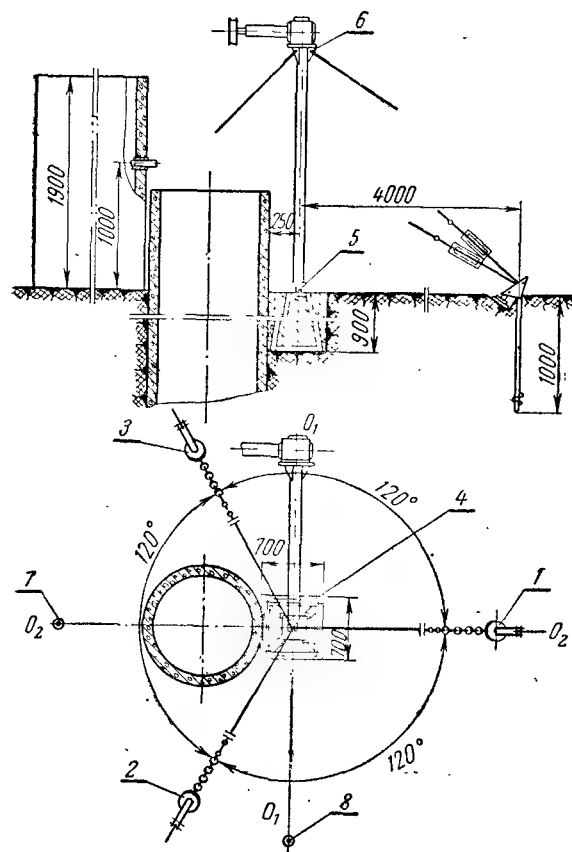


Рис. 54. Схема разметки площадки для монтажа ветроустановки ВВУ-3:

1, 2 и 3 — анкеры; 4 — основание мачты (рама); 5 — палец; 6 — косынка; 7 и 8 — вспомогательные анкеры.

Узлы ветроустановки поступают на площадку в ящиках и связках с комплектом монтажных приспособлений, инструмента и запасных частей и необходимой технической документацией (инструкция, упаковочная ведомость, акт приемки ОТК).

Лопастей необходимо перевозить, распаковывать и собирать осторожно, так как образовавшиеся на обшивке вмятины нарушают аэродинамический профиль лопастей, вследствие чего снижается мощность двигателя.

Убедившись, что все узлы ветроустановки исправны, хорошо смазаны, окрашены, собирают основание 4 мачты и устанавливают анкеры 1, 2 и 3.

В подготовленную рядом с колодцем яму устанавливают основание мачты так, чтобы отверстия ушек на ее верхней плите были направлены по оси O_2O_2 . На песчаных, неустойчивых грунтах основание рекомендуется бетонировать. На плотных (глинистых, черноземных и др.) грунтах основание можно уплотнять землей, перемешивая ее с мелким бутовым камнем через каждые 150—200 мм толщины слоя засыпки. Из центра основания прочерчивают окружность радиусом 4 м, на которой под углом 120° один к другому ввертывают в грунт 3 анкера, один из которых (№ 1) должен быть расположен на оси O_2O_2 . Чтобы при подъеме было удобнее поддерживать ветродвигатель, на оси O_2O_2 на расстоянии 8 м от анкера 1 забивают в землю под углом 60° к поверхности вспомогательный анкер 7, к которому будет крепиться при подъеме одна из временных растяжек.

Если агрегат поднимают ручной лебедкой, то для ее надежного крепления забивают еще один вспомогательный анкер 8, располагаемый на оси O_1O_1 на расстоянии 6—8 м от основания двигателя.

Для вспомогательных анкеров можно использовать круглую сталь (ломики) Φ 25—30 мм, длиной 1,3—1,5 м.

МОНТАЖ ВЕТРОУСТАНОВКИ

К плите основания крепят болтами М10 нижний редуктор так, чтобы рукав редуктора был направлен в сторону колодца по оси последнего.

Соединив муфтой вертикальный вал нижнего редуктора 6 (см. рис. 22) с промежуточным вертикальным валом, прикрепляют шестью болтами М10 верхний отсек мачты к стойке редуктора. При этом следят, чтобы ушки крепления верхнего яруса растяжек находились в одной плоскости с косынками 6 (рис. 54) опоры для крепления нижнего яруса растяжек. При помощи пальца 5 опору крепят к основанию 4 так, чтобы косынки 6 были направлены в сторону ввернутых в землю анкеров 1, 2 и 3. Затем верхний конец мачты приподнимают и устанавливают на подставку 4 (рис. 55) высотой 1,2—1,3 м.

Двое рабочих, ведущих монтаж, поднимают головку до уровня верхней части мачты, соединяют муфту промежуточного вала с вертикальным валом головки и шестью болтами стыкуют головку с верхним отсеком мачты. При этом следят за тем, чтобы бобышки вертикальной муфты расположились в плоскости, проходящей через рукав нижнего редуктора. Отверстия под болты во фланцах расположены несимметрично, что облегчает сборку, так как соединения могут быть выполнены только при одном определенном взаимном расположении стыкуемых узлов. Затем устанавливают лопасти (в порядке номеров) в отверстия ступицы ветроколеса так, чтобы своей выпуклой частью (душкой) они были обращены к головке.

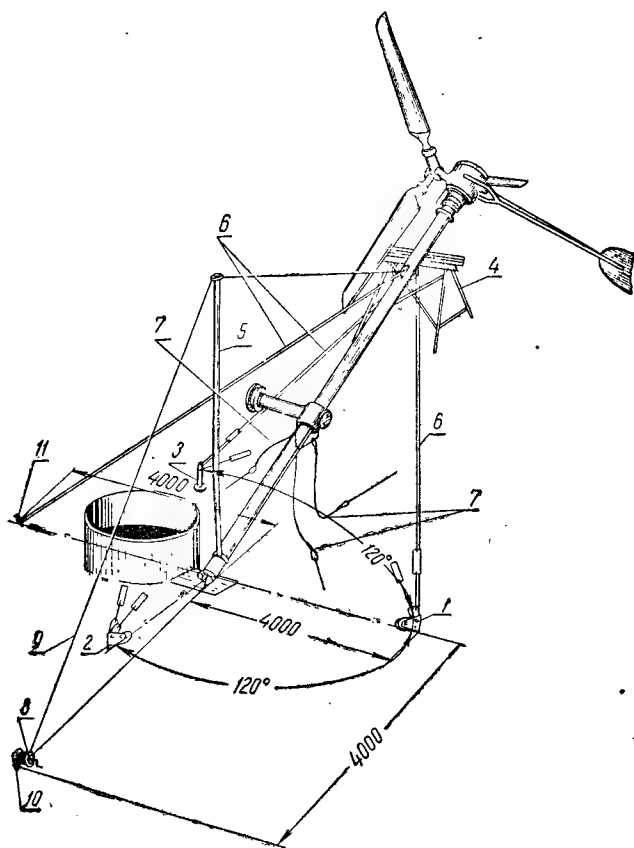


Рис. 55. Оснастка ветроустановки ВВУ-3 для подъема:

1, 2 и 3 — анкеры; 4 — подставка; 5 — стрела; 6 — растяжки верхнего яруса; 7 — растяжки нижнего яруса; 8 — лебедка; 9 — подъемный трос; 10 и 11 — вспомогательные анкеры.

Нельзя ставить лопасти не в свои отверстия, так как это приведет к нарушению балансировки колеса. Закрепив лопасти во втулках гайками 8 (см. рис. 23), их стопорят винтами, а поводки грузов 4 соединяют тягами с ушками муфты регулятора и шплинтуют.

Регулятор поступает с завода собранным и отрегулированным, поэтому разбирать его без особой надобности не рекомендуется. Это может привести к нарушению заводской установки углов заклинивания лопастей и вследствие этого к неустойчивой работе ветроустановки. Двумя болтами М10 прикрепляют хвост к головке, регулируя растяжкой его положение так, чтобы ось хвоста была перпендикулярна оси мачты. Болтом крепят растяжку к кронштейну головки. Совместив верхнее отверстие рычага 6 (см. рис. 24)

с отверстием тяги 4, устанавливают палец и шплинтуют его. Затем свободный конец троса заводят в кольцо рычага 10 (см. рис. 27), пропускают его через ролик и зажимают в пазах хомута вертлюжной муфты, так же, как выполнен зажим другого конца троса заводом-изготовителем.

Тяги 5 устройства для автоматического пуска и остановки крепят к бобышкам вертлюжной муфты двумя болтами, которые надежно контрят гайками. На верхнем отсеке мачты устанавливают хомут 12, слегка затягивают его двумя болтами, а затем, разведя концы рычага 10 на ширину хомута, устанавливают рычаг на штифты, приваренные к хомуту, после чего штифты шплинтуют.

После того как палец рычага будет расшплинтован с двух сторон, на него с внешней стороны надевают две тяги и палец вновь шплинтуют.

Перемещая хомут 12 по трубе мачты, регулируют положение рычага так, чтобы углы его отклонения от горизонтали при включенном и выключенном положениях были примерно одинаковыми, затем до отказа затягивают гайки болтов хомута.

Проверив надежность затяжки всех болтовых соединений, для подъема агрегата устанавливают на мачте три растяжки верхнего яруса. Две из них крепят соответственно к анкерам 1 и 3 (см. рис. 54), а третью — к вспомогательному анкеру 8. Три растяжки нижнего яруса прикрепляют к косынкам опоры. Другие концы этих растяжек свинчивают с тандеров и оставляют свободными, а тандеры с крюками заводят в кольца трех анкеров.

Установив стрелу 5 (рис. 55) на штырь опоры, продевают через ее отверстие подъемный трос 9, оборачивают его один раз вокруг трубы и один конец троса закрепляют за ушко мачты, там, где крепится верхний ярус растяжек. Другой конец троса заводят на барабан ручной лебедки, которую надежно прикрепляют к вспомогательному анкеру 10.

Масло необходимо заливать в редуктор до подъема — это удобнее и быстрее. После этого заливочные отверстия в корпусах плотно закрывают пробками.

Проверяют надежность крепления оснастки для подъема. Для этого лебедкой приподнимают на 10—15 см двигатель над подставкой и дополнительно нагружают головку.

Когда двигатель займет вертикальное положение, растяжки нижнего яруса соединяют с соответствующими тандерами, ранее закрепленными за анкеры, и хорошо их натягивают. Ось мачты должна быть вертикальна. Ее положение проверяют отвесом, регулируя длину и натяжение расчалок с помощью хомутов и тандеров.

После этого снимают растяжку верхнего яруса с вспомогательного анкера 11, болтом прикрепляют ее к основному анкеру 2, а затем равномерно натягивают три верхние растяжки, не нарушая

при этом вертикального положения мачты и не допуская ее прогиба в месте крепления нижнего яруса.

Убедившись в надежности крепления растяжек и в том, что ветродвигатель стоит устойчиво, разбирают вспомогательные приспособления и заканчивают монтаж устройства для автоматического пуска и остановки двигателя и монтаж ленточного водоподъемника.

Балластный бачок 2 (см. рис. 27) подвешивают к рычагу 10 и устанавливают так, чтобы его верхняя крышка находилась на уровне верхней кромки резервного бака. Это положение регулируют с помощью штанги 4. В горизонтальном положении рычаг 10 с бачком 2 и прорезиненным шлангом на одном конце уравнивается грузом 13.

Монтаж водоподъемника. Вначале устанавливают его ведущий шкив на вал рукава. Для предотвращения осевого перемещения шкив стопорят пружинным кольцом. На этот шкив надевают водосборник и прикрепляют его к рукаву четырьмя болтами. Длину перфорированной ленты (ремня) устанавливают в зависимости от глубины колодца и слоя в нем воды.

Обозначим расстояние от оси ведущего шкива водоподъемника до уровня воды в колодце через H , а слой воды — через h , тогда длину ремня L можно определить по формуле:

$$L = (H + h) 2 + 0,5 \text{ м.}$$

Если колодец с хорошим дебитом, а толщина слоя воды в нем большая, не нужно намного заглублять натяжной шкив под воду, так как это повысит потери от трения. Обычно погружают натяжной шкив так, чтобы ось его была на 0,6–0,8 м ниже уровня воды. Поэтому для многодебитных колодцев при слое воды больше 1 м длину ремня определяют по упрощенной формуле:

$$L = 2H + (1,8 \div 2,3) \text{ м.}$$

Затем отрезают ремень необходимой длины, зачищают оба конца, подготавливая их к сшивке. Для этого с каждого конца на длине 100 мм отделяют один от другого слой корда и один из них отрезают. Один конец перфорированного ремня пропускают через

стакан водосборника, огибают вокруг ведущего шкива и выводят через другой стакан за пределы водосборника на длину 3–4 м. Этот конец ремня продевают между кожухом и натяжным шкивом так, чтобы кожух был обращен в сторону, противоположную водосборнику. Совмещают концы ремня и сшивают их прочным сыромятным ремнем так, как показано на рисунке 15, при этом не следует допускать перекоса и перекручивания ремня (вместо сыромятной сшивки можно использовать мягкую отожженную проволоку). Затем натяжной шкив осторожно опускают в колодец.

Чтобы в случае обрыва ленты натяжной шкив не упал в колодец и его легко можно было поднять на поверхность, рекомендуется за ушко, приваренное к кожуху, закрепить веревку (или трос диаметром 3–4 мм), верхний конец которой привязывают на оголовке колодца или крепят к кронштейну водосборника. Для этого в кронштейне сверлят отверстие диаметром 6–8 мм.

Схема крепления веревки показана штрихпунктирными линиями на рисунке 15. Веревку (или трос) не рекомендуется сильно натягивать. В конце монтажа водоподъемника на оголовке колодца устанавливают крышку, которая предохраняет водоисточник от засорения. В крышке имеется отверстие для прохождения ленты водоподъемника.

Для предотвращения сдувания ветром воды с ремня устанавливают защитное ограждение, закрывающее ремень между водосборником и оголовком колодца. Для облегчения монтажа и демонтажа ремня и удобства эксплуатации одну сторону ограждения делают съемной и крепят ее на петлях или крючках. Крышку и ограждение, состоящее из стенок 1 (рис. 56) и боковин 2, изготовляют из досок толщиной 20–40 мм. Размеры крышки и ограждения показаны на рисунке 56.

Прорезиненным шлангом соединяют штуцер балластного бачка со штуцером резервного бака, а к сливному патрубку водоподъемника присоединяют гофрированный шланг и трубу, по которым вода будет подаваться в резервный бак.

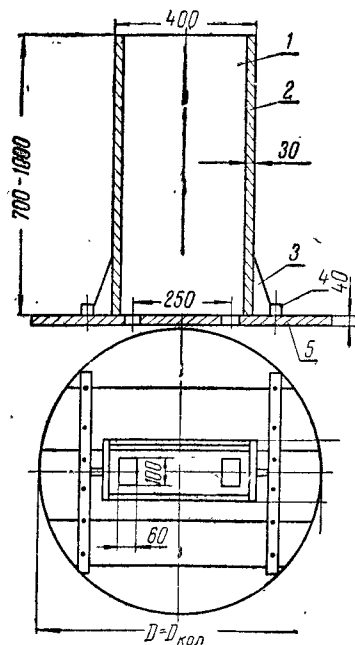


Рис. 56. Крышка колодца и ограждение ленты водоподъемника: 1 — стенка; 2 — боковина; 3 — угольник; 4 — брус; 5 — крышка.

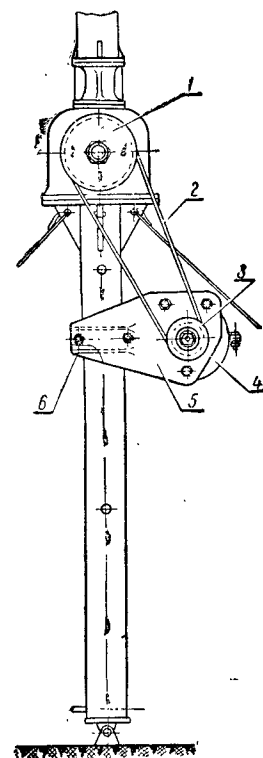


Рис. 57. Схема установки генератора Г-66 ветроустановки ВВУ-3:

1 — шкив отбора мощности; 2 — клиновой ремень А-2000; 3 — шкив генератора; 4 — генератор; 5 — кронштейн; 6 — хомут.

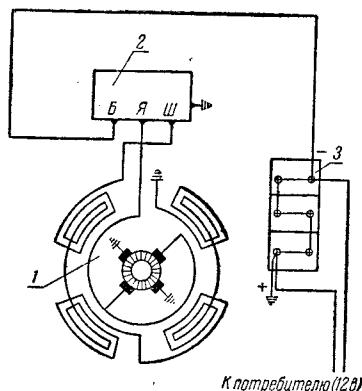


Рис. 58. Схема соединения генератора Г-66 с реле-регулятором РР-24 и подключения потребителей:

1 — генератор; 2 — реле-регулятор; 3 — аккумуляторная батарея.

Генератор работает вместе с одноступенчатым регулятором напряжения Г66-908-77. Обычно его используют в однопроводной схеме электрооборудования гусеничного трактора С-100. Работая на потребителя в комплекте со свинцовой аккумуляторной батареей 6-СТ-68 или 6-СТ-128 (напряжение 12 в), генератор заряжает ее в диапазоне чисел оборотов от 1100 до 2100 в минуту.

В схеме соединений генератора 1 (рис. 58) с реле-регулятором 2 типа РР-24 необходимо один конец шунта соединить с корпусом, а другие концы якоря и шунта, соединенные вместе, разомкнуть и вывести наружу для присоединения реле-регулятора соответственно к клеммам Я и Ш генератора.

Аккумуляторную батарею 3 устанавливают в помещении или в водонепроницаемый ящик, расположенный около ветродвигателя.

НАЛАДКА ВЕТРОУСТАНОВКИ

Сначала проверяют правильность работы системы автоматического регулирования скорости вращения и взаимодействие всех деталей кинематической связи, а также других узлов и механизмов установки.

Несколько раз от руки проворачивают ветроколесо и убеждаются в том, что редукторы работают без стука и заедания, а биение промежуточного вертикального вала при вращении не превышает допустимой величины. Водоподъемная лента должна

Установка генератора. Если предполагается использовать ветроустановку для зарядки аккумуляторной батареи, то на ее мачте устанавливают чугунный кронштейн, к которому тремя болтами крепят генератор Г-66. При этом следят за тем, чтобы шкивы генератора 4 (рис. 57) и отбора мощности 1 находились в одной плоскости. Генератор устанавливают так, чтобы направление вращения его вала было левое, если смотреть со стороны шкива. Разведив одну растяжку нижнего яруса, надевают на шкивы клиновой ремень марки А-2000, устанавливают растяжку в прежнее положение и, перемещая генератор по прорезям кронштейна, натягивают ремень.

работать плавно, без скольжения по ведущему шкиву, не задевая за края стаканов водосборника и стенки корпуса. Два плоских усика в верхней части стакана, через отверстие которого проходит нисходящая ветвь перфорированного ремня, нужно подогнуть так, чтобы зазор между их краями и ремнем был в пределах 3—5 мм. Это обеспечит минимальные потери воды на нисходящей ветви и, следовательно, большую производительность водоподъемника. Поворачивая от руки шкив привода генератора вправо, по часовой стрелке, проверяют действие муфты свободного хода: шкив должен вращаться легко, без заедания.

Проверяют действие устройства ручного и автоматического пуска и остановки двигателя. Нажав вниз на балластный бачок, выводят лопасти в положение «на останов», затем отпускают бачок. Вертлюжная муфта должна легко подняться вверх, а лопасти под действием пружин регулирования повернуться и встать в положение «на пуск» (угол заклинения 30°). При крайнем верхнем положении рычага 10 (см. рис. 27) вертлюжная муфта 9 должна на 30—40 мм не доходить до ролика головки. Еще раз проверяют положение верхней крышки балластного бачка, устанавливая ее с помощью штанги 4 на уровне верхней кромки бака для воды.

Убедившись, что все механизмы действуют нормально, включают агрегат вначале при небольших скоростях ветра (4—5 м/сек). Проверяют устойчивость мачты и натяжение растяжек. Затем проверяют работу ветроустановки при больших скоростях ветра. Когда скорость вращения ветроколеса превысит 250—260 об/мин, должен начать работать механизм автоматического ограничения скорости вращения колеса и обороты колеса снизятся.

Если в процессе обкатки двигателя будут обнаружены колебания мачты, рекомендуется поочередно немного ослабить растяжки, а затем равномерно натянуть их тандерами, выбирая такое натяжение, при котором колебания исчезнут или значительно уменьшатся.

После этого проверяют уровень масла в корпусах редукторов и дают агрегату поработать в течение суток. При заполнении бака водой должен включиться механизм автоматической остановки двигателя и ветровое колесо должно перестать вращаться. Затем опорожняют часть бака и проверяют, включается ли двигатель в работу автоматически.

Если все механизмы агрегата во время опробывания действовали нормально, а производительность соответствовала паспортным данным, то монтажная бригада в присутствии представителя хозяйства составляет приемно-сдаточный акт и передает ветроустановку в эксплуатацию.

Ветроустановку должен принимать человек, который затем будет ее обслуживать.

Монтаж и наладка ветроэлектрических агрегатов

Потребители энергии ветроэлектрических агрегатов получают ток обычно низкого напряжения (6—24 в), поэтому агрегат следует располагать от потребителей и аккумуляторной батареи на расстоянии не более 50 м, иначе будут большие потери напряжения.

Если по ветровым или топографическим условиям нельзя установить агрегат возле потребителя, следует применить одну из схем использования, приведенных в главе 4.

Ветроэлектрический агрегат ВЭС-1-5 или ветроэлектронасосный типа «Беркут» (ВЭН-4) или ВЭВ-1-6, вырабатывающие ток повышенного напряжения (127—380 в), располагают на наиболее высоком месте с хорошими ветровыми условиями. Эти агрегаты могут быть удалены от потребителя и аккумуляторных батарей на расстояние до 300 м.

МОНТАЖ И НАЛАДКА ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АГРЕГАТА ВЭ-2М

Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М монтируют на деревянном столбе, диаметр верхней части которого должен быть не менее 14—15 см. Высоту столба выбирают такой, чтобы конец лопасти ветрового колеса был расположен на 2—3 м выше окружающих деревьев и строений, а при установке на открытой местности — не менее чем на 5—6 м над землей.

Для столба выбирают ровное, крепкое и сухое дерево, лучше всего сосну. Комлевую часть столба на длине 1,7—2 м, чтобы предохранить от гниения, обрабатывают антисептиками, горячей смолой или в крайнем случае обжигают. На столбе, очищенном от сучков, набивают через каждые 40—50 см костыли, которые будут служить ступенями для подъема к головке. На расстоянии 0,8—0,9 м от конца делают прочную деревянную площадку, которая должна выдерживать вес двух человек.

Столб высотой более 10 м целесообразно устанавливать на деревянных или железобетонных пасынках длиной 3,5—4 м, которые скрепляют с ним двумя стальными болтами или шпильками диаметром 18—20 мм, расположенными на 0,8—1,0 м один от другого. Нижнюю шпильку, которая после установки столба должна отстоять от уровня земли на 0,3—0,4 м, используют в качестве шарнира при подъеме и повалке агрегата.

Для установки столба откапывают яму глубиной 1,5—1,6 м при высоте столба 8—10 м и до 2 м при большей высоте.

Комлевую часть столба упирают в доску, опущенную в яму, по которой конец столба будет скользить при подъеме. В случае же крепления столба на пасынках его соединяют с ними на нижнем болте. Пасынки устанавливают вертикально и закапывают, послойно трамбуя грунт. Под верхнюю часть столба подводят невысокие козлы и приступают к монтажу головки агрегата.

Перед монтажом распаковывают узлы ветроэлектрического агрегата: ветроколесо, генератор со стойкой, хвост, кронштейн, электрощиток, аккумуляторную батарею и комплект растяжек; проверяют их сохранность и очищают от заводской консервирующей смазки.

Сборку начинают с крепления кронштейна 7 (см. рис. 30) на столбе. Его надевают на столб так, чтобы угольники плотно охватывали его сверху и снизу, а оси обеих направляющих втулок 4 по возможности совпадали с осью столба. Угольники соединяют со столбом двумя болтами. Нижним болтом закрепляют облуженный конец проволоки диаметром 5—6 мм, длина которой на 4—5 м больше высоты столба. Эта проволока служит заземлителем молниеотвода. Проволоку закрепляют вдоль столба проволочными скобками. После этого приступают к монтажу генератора.

Трубу стойки, на которой закреплен генератор, вставляют во втулку 4, предварительно надев на нее упорный подшипник (№ 8100) и тщательно смазав их смазкой УС (солидол) или УН (техническим вазелином).

Если труба во вкладышах при полном обороте вращается с заеданием, то это указывает на перекос втулок, который устраняют, ослабляя болты, подкладывая прокладки под уголки кронштейна или стесывая столб. Подав трубу назад, выводят ее из нижнего вкладыша кронштейна, надевают на ее конец заточкой вниз тормозную муфту 6. Муфту сдвигают вверх по трубе и из открывающегося квадратного отверстия в трубе вытягивают крючок 9 тормозной тяги 10, после чего сдвигают муфту вниз так, чтобы заточка вошла во впадину на крючке. Муфту и крючок на время сборки следует связать шпагатом. Трубу ставят на место и фиксируют ее с помощью пальца 8, который шплинтуют. Кабель генератора пропускают сквозь трубу и закрепляют на столбе скобками так, чтобы он проходил в них свободно, с зазором.

Переходную коробку 11 (см. рис. 28) закрепляют на столбе на расстоянии 3—3,5 м от верхнего конца, конец кабеля присоединяют к зажимам коробки, а кабель закрепляют на коробке зажимной втулкой. Кабель должен иметь свободновисящую петлю длиной до 0,3 м, что предохраняет его от разрыва при повороте головки агрегата по направлению ветра.

Рычаг 10 тормоза крепят на столбе на расстоянии 4—3,5 м от нижней части столба и соединяют его с тросом, идущим от тормозной муфты. Натяжение троса должно быть таким, чтобы при верхнем положении рычага трос и пружина были свободны, а при

нижнем пружина растягивалась на 60—70 мм. Трос на расстоянии 0,9—1,2 м от конца столба пропускают через скобку, вбитую в столб, вследствие чего трос не будет задевать за вращающееся ветровое колесо. При правильной регулировке вал генератора при отпущенном тросе должен вращаться свободно, а при натянутом тросе с заметным усилием (1,5—2 кг на конце лопасти). В конце монтажа агрегата крепят ветроколесо на валу генератора.

Лопастей колеса соединяют со втулкой 9 (см. рис. 29), предварительно проверив наличие смазки в подшипниках и надежность шплинтовой гаек крепления передних подшипников на махах лопастей. Лопастей должны поворачиваться во втулке без заедания. При сборке необходимо соблюдать заводскую маркировку лопастей, иначе будет нарушена балансировка ветроколеса.

Ветроколесо надевают на смазанный автотракторным маслом вал генератора и закрепляют клином 10. Ко втулке крепят стакан с пружиной 16 регулятора, а на свободный конец вала надевают втулку 13, собранную со стаканом 14, пусковой пружиной 15. Надавливая на втулку 13, поджимают пусковую и рабочую пружины и, установив шайбу, завертывают гайку 17 и фиксируют ее штифтом.

Углы установки лопастей и натяжку пружин устанавливают на заводе при контрольной сборке агрегата, что определяется положением гайки 17. Поэтому при монтаже гайку ставят на прежнее место, шплинтуют и закрывают колпаком 11.

Положение тандеров тяг 6 регулируют также на заводе, поэтому не рекомендуется при монтаже изменять их длину и нарушать контровку. Заканчивая сборку регулятора, соединяют пальцами грузы 2 регулятора. Положение державок на махах лопастей устанавливают на заводе, фиксируют стопорными болтами и делают соответствующие пометки на махах и державках. При сборке ветроколеса с регулятором проверяют, не сбито ли положение грузов и не ослаблены ли контрящие болты и гайки. Если при транспортировке или при монтаже положение державок сбито или же нарушены длины тандеров, выверяют положение лопастей и деталей регулятора скорости вращения.

Для этого закрепляют вал ветроколеса вертикально и делают тяги одинаковой длины. С помощью угломера устанавливают пусковой угол заклинивания лопастей (+ 20°). Этот угол между плоскостью вращения колеса и плоской стороной лопасти измеряют угломером на расстоянии 0,8 м от оси колеса (на обшивке лопасти обычно имеется контурная цветная линия) при положении регулятора, показанном на рисунке 29, б.

После установки пускового угла державки слегка стопорят на махах и, переводя регулятор в положение, приведенное на рисунке 29, а, проверяют величину рабочих углов лопастей (+ 6°).

Если угол меньше + 6°, то, укорачивая на одинаковую величину тандеры, увеличивают рабочие углы лопастей до указанного значения, после чего проверяют величину пусковых углов.

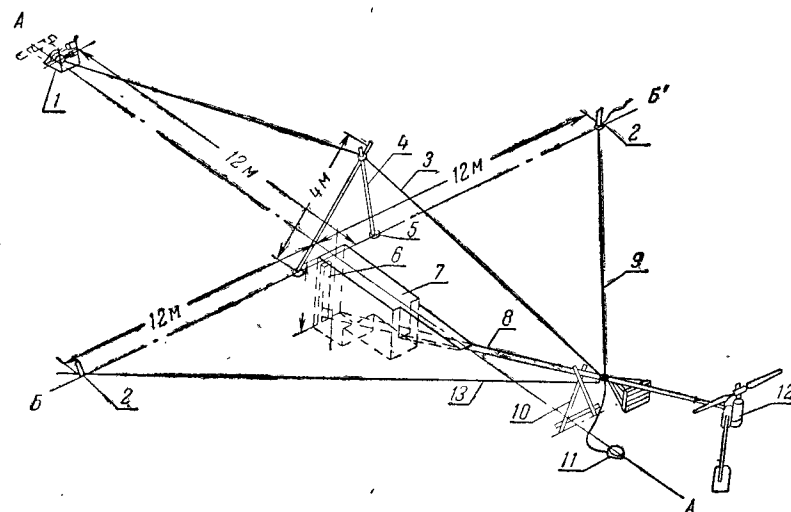


Рис. 59. Схема подъема ветроэлектрического агрегата ВЭ-2М с помощью ручной лебедки:

1 — лебедка; 2 — столбик; 3 — стальной трос $\varnothing$ 8—12 мм; 4 — подпорка; 5 — яма для подпорки; 6 — доска; 7 — котлован; 8 — столб; 9 — боковая растяжка; 10 — козлы; 11 — предохранительная веревка; 12 — ветроэлектрический агрегат; 13 — стальной трос $\varnothing$ 5 мм.

При пусковых углах, меньших или больших + 20°, освобождают стопоры державок, поворачивают лопасти на угол + 20° и вновь регулируют тандерами величину рабочего угла. Регулировку заканчивают после того, как пусковой и рабочие углы будут соответствовать указанным с точностью 0,5°.

По окончании проверки и регулировки колеса ставят хвост, трубу которого заводят во втулку 4 (см. рис. 30) стойки 3, закрепляют гайкой 12, которую контрят вязальной проволокой, и фиксируют болтом.

Подъем столба с ветровым агрегатом — наиболее ответственная часть монтажа. Схема подъема с помощью ручной лебедки приведена на рисунке 59.

Грузоподъемность лебедки должна быть не менее 0,5 т.

Особенно осторожно нужно производить подъем при подходе столба к вертикальному положению, когда столб может опрокинуться в сторону грузового троса. Подъем ведут при тихой погоде. Перед началом засыпки ямы на ее дно кладут металлический лист, к которому приваривают или прикручивают проволоку заземления.

Столб выверяют растяжками по вертикали и засыпают грунтом с послойной тщательной трамбовкой.

Монтаж электрической части агрегата начинают с подвески трехпроводной линии, идущей от переходной коробки к помеще-

нию, в котором устанавливают электрический щиток и аккумуляторные батареи. Все соединения выполняют в соответствии с обозначениями на электрическом щитке и электрической схеме агрегата (см. рис. 31).

Для освещения используют аккумуляторную батарею напряжением 12 в и емкостью 60—80 а·ч., а для питания радиоузлов типа КРУ-2 или КРУ-10 емкость батареи следует увеличить до 98—128 а·ч.

Агрегат опробывают при скорости ветра 5—8 м/сек и холостом ходе генератора. Если агрегат смонтирован правильно и исправен, то он быстро тронется, увеличит скорость вращения и будет работать с характерным звуком быстровращающихся лопастей.

Ветроколесо и генератор должны останавливаться не мгновенно, а сделав несколько оборотов. После того как агрегат проработает на холостом ходу 10—15 мин, включают нагрузку — аккумуляторную батарею.

МОНТАЖ И НАЛАДКА

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АГРЕГАТА ВЭС-1-5

Ветроэлектрический агрегат ВЭС-1-5 собирают на металлической трубчатой опоре, в нижней части которой имеется шарнир, что значительно облегчает работу по монтажу и подъему агрегата.

На монтажную площадку агрегат поступает отдельными узлами: ветроколесо с регулятором, головка с механизмом ориентации на ветер, генератор, отсеки башни с лестницами и комплектом растяжек, опорная плита с якорями и электрический щит. Все узлы распаковывают, проверяют их комплектность, очищают от консервирующей смазки и подготавливают к сборке, которую осуществляют трое рабочих.

Для монтажа планируют площадку длиной 20—25 м и шириной 10 м, вытянутую вдоль будущей линии подъема агрегата.

Сначала роют котлованы и закладывают фундамент под опорную плиту и якоря растяжек (рис. 60).

При закладке якорей используют стальные плиты, которые поступают вместе с агрегатом. Глубина заложения фундаментов должна быть на 0,2—0,3 м ниже глубины промерзания грунта, а объем бетона (марки 140) тумб якорей растяжек — не менее 1,5 м³. При кладке фундамента нужно, чтобы опорные плиты были горизонтальны, а прутки якорей были перпендикулярны к опорным плитам. Поверхности плит и якорных болтов должны быть окрашены.

Монтаж агрегата начинают со сборки башни. К плите центрального фундамента прикрепляют кронштейн 1 (рис. 61), а к четырем плитам фундаментов растяжек — кронштейны 2. К крон-

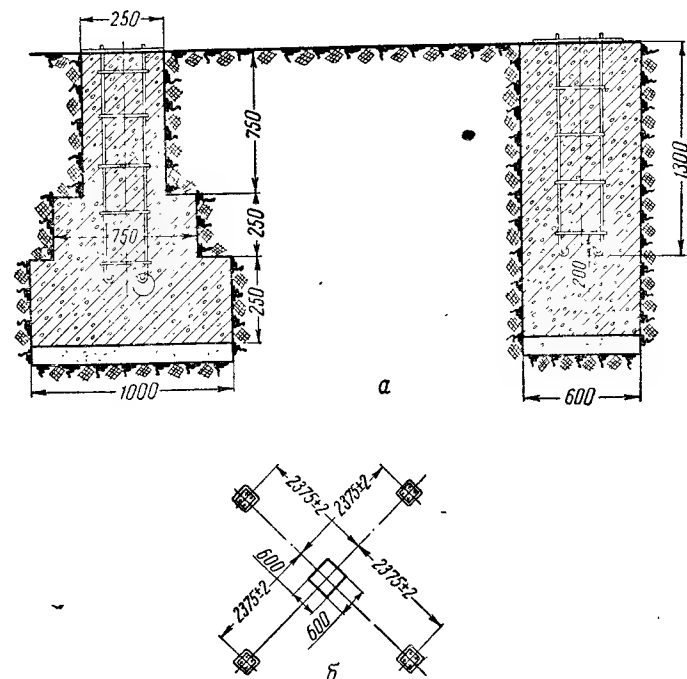


Рис. 60. Закладка фундамента ветроэлектрического агрегата ВЭС-1-5:

а — закладка якорей; б — схема закладки фундамента.

штейну 1 опоры с помощью пальцев 3 и 4 присоединяют первую секцию 5 башни и трубу стрелы 6 подъема. Гайки пальцев 3 и 4 шплинтуют.

Подставив козлы высотой 0,8—1,2 м, соединяют вторую, третью и четвертую секции башни и шплинтуют гайки болтов. К кронштейнам секций башни прикручивают два отсека лестниц. Верхнюю лестницу дополнительно в двух местах, на длине второй секции и в одном месте третьей секции, закрепляют с помощью полухомутов.

Заканчивая монтаж башни, присоединяют к косынкам мачты растяжки первого и второго ярусов и устанавливают трап.

Первый ярус растяжек (коротких) закрепляют за проушины второй секции башни. Второй ярус растяжек (длинных) закрепляют за проушины четвертой секции, к которым одновременно крепят разъемный трап.

Следует иметь в виду, что тяга механизма пуска и остановки должна проходить внутри трубчатой башни. Детали этой тяги завод поставляет в готовом виде, и при монтаже необходимо их только соединить.

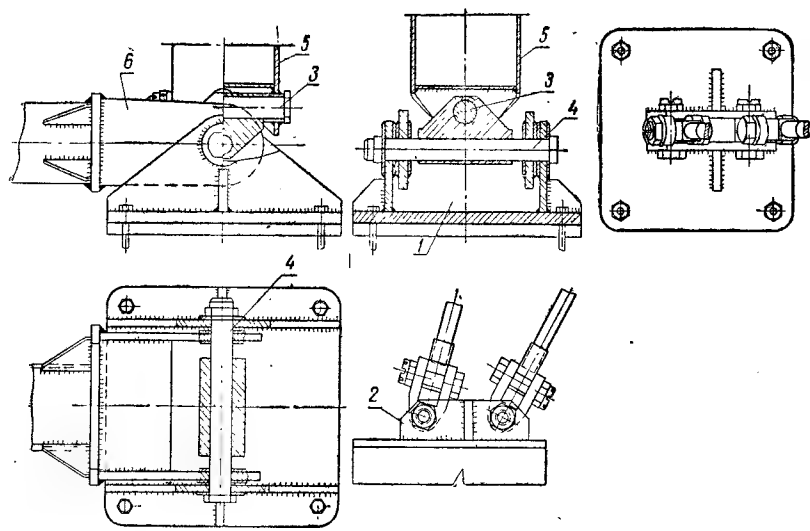


Рис. 61. Кронштейны крепления агрегата ВЭС-1-5 на фундаменте:

1 — кронштейн опоры башни; 2 — кронштейн растяжки; 3 и 4 — пальцы; 5 — первая секция башни; 6 — стрела подъема.

Это делают следующим образом. После присоединения первой секции башни на расстоянии 1,2 м от ее основания на прямоугольном люке крепят рычаг пуска и остановки, винт которого предварительно вывертывают, вращая рукоятку против часовой стрелки до упора. Через люк, расположенный немного выше прямоугольного люка, к планке рычага присоединяют короткую прутковую тягу с тандером и вертлюгом, упорный подшипник которого смазывают смазкой УС. Тандер должен быть распушен. К оси вертлюга присоединяют длинную прутковую тягу, шплинтуют оси, наращивают вторую, третью и четвертую секции башни и открывают люк в конце третьей секции башни. Внутри трубы по всей ее длине пропускают монтажную проволоку диаметром 3—4 мм, с помощью которой можно вытянуть кабель генератора.

Растяжки первого и второго ярусов, которые будут находиться при подъеме сзади и сбоку башни, закрепляют за кронштейны растяжек, как показано на рисунке 62. Тандеры растяжек предварительно распускают.

Монтаж головки агрегата начинают с установки поворотной опоры с виндрозным механизмом ориентации на ветер.

Закрепляя опору к верхнему фланцу башни, необходимо установить резиновую мапжету 6 (см. рис. 36). При этом труба 4 опоры должна войти во вкладыш верхней секции башни. Правильно

смонтированная опора должна легко поворачиваться вокруг башни при вращении вала 9 виндрозы от руки.

Свободный конец троса поворотной опоры заводят в трубу верхней секции башни и через открытый люк третьего отсека соединяют с серьгой длинной прутковой тяги. После шплинтовки пальца люк закрывают.

К приливам корпуса поворотной опоры присоединяют редуктор агрегата, к которому на фланце крепят генератор. Шпильки крепления генератора шплинтуют. Конец кабеля, идущего от генератора, зацепляют за монтажную проволоку и протягивают внутри башни к люку, от которого он идет к электрическому щиту. Вращая входной вал, проверяют, не заедает ли он в редукторе.

Трос, идущий от роликов поворотной опоры, прицепляют к внешнему сектору реечной пары, состоящей из зубчатого сектора 5 (см. рис. 34) и цилиндрической рейки 6, связанной с тягой 15, идущей к регулятору ветроколеса сквозь полый вал редуктора.

Ветроколесо с регулятором собирают на удлиненном валу редуктора.

Втулку 2 (см. рис. 33) ветроколеса надевают на вал редуктора, стопорят клином 21 и гайкой стакана 6, который наворачивают на вал и стопорят двумя винтами 23. При этом шток 17 регулятора должен выступать за обрез вала.

Соблюдая заводскую нумерацию, закрепляют гайками 22 лопасти в ступице. Гайки контрят стопорами 20. Концы махов с

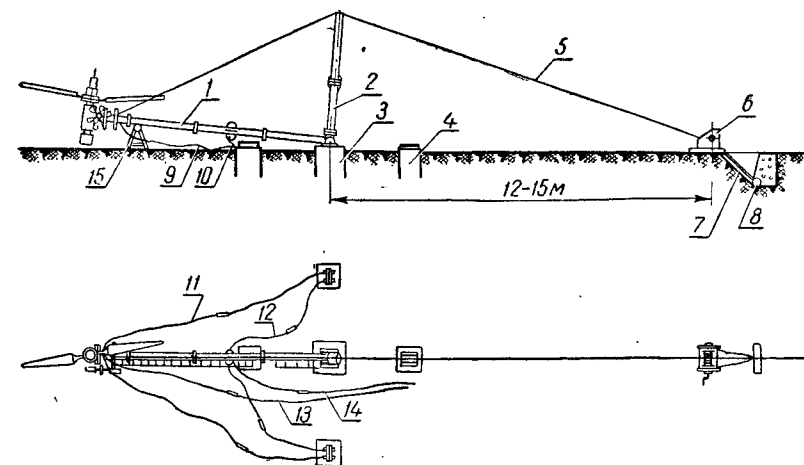


Рис. 62. Оснастка агрегата ВЭС-1-5 для подъема:

1 — ветроагрегат; 2 — стрела подъема; 3 — центральный фундамент; 4 — фундамент якоря растяжек; 5 — грузовой трос $\varnothing$ 14—16 мм; 6 — грузовая лебедка 3 т; 7 — растяжка лебедки; 8 — якорь лебедки; 9 — трос задней растяжки верхнего яруса; 10 — задний трос нижнего яруса; 11 — боковая растяжка верхнего яруса; 12 — боковая растяжка нижнего яруса; 13 — передняя растяжка верхнего яруса; 14 — передняя растяжка нижнего яруса; 15 — монтажные козлы.

подшипниками перед установкой лопастей очищают от консервирующей смазки и в подшипники и полость ступицы закладывают свежую смазку УСили ЦИАТИМ-201. Устанавливают рабочую пружину 7, надевают стакан 8 с пусковой пружиной 9 и муфтой 10. Сальники муфты перед монтажом пропитывают смазкой УС.

Всю систему закрепляют на валу с помощью двух гаек 16, которые затягивают до тех пор, пока торец муфты 10 не совпадет с риской на стакане 8. Передний обрез муфты должен отстоять от ступицы ветроколеса на 350 мм. На конец муфты павертывают стакан 12, к дннщу которого закрепляют гайкой 13 шток регулятора, после чего павертывают и стопорят колпак 15.

Для определения положения штока открывают крышку редуктора и поворачивают зубчатый сектор 5 (см. рис. 34) до совпадения его риски с риской цилиндрической рейки, связанной со штоком. Это положение, соответствующее вылету 125 мм (до постановки гайки) свободного конца штока за дннще стакана 12 (см. рис. 33), фиксируют гайкой 13 штока. В этом положении выверяют тягу механизма останова. Для этого ее укорачивают тандером, расположенным против монтажного окна первой секции башни, до тех пор, пока не натянется трос и при дальнейшем укорочении тяги не будет перемещаться зубчатый сектор. В этом положении тандер конрят и закрывают монтажное окно.

В конце монтажа соединяют тяги 19 регулятора с проушинами муфты и пальцами грузов 5 и крепят виндрозу на валу червячного редуктора.

Соединения тяг закрывают резиновыми кожухами 18. Положение грузов регулятора на махах и длины тяг отрегулированы на заводе, и при монтаже их не следует изменять.

Оснастка ветроагрегата перед подъемом заключается в расчаливании стрелы 2 (рис. 62) с помощью троса и закреплении грузового троса 5 на конце третьей секции башни и на барабане лебедки 6.

Грузоподъемность лебедки должна быть не менее 1 т. Ее устанавливают по оси подъема и закрепляют на группе на якорях 8. Под переднюю часть лебедки насыпают грунт на 15—20 см, чтобы предотвратить отрыв ее от земли в первый момент подъема агрегата. Перед подъемом агрегата переводят лопасти в положение «на останов», для чего рукоятку рычага пуска и останова вращают до упора по направлению часовой стрелки.

В корпусы червячного и главного редукторов заливают масло ЯЗ-904, если его нет, то применяют летом автотракторное масло АК-10, а зимой швейное масло.

Для подъема агрегата можно использовать груженный автомобиль типа ГАЗ-51 или ЗИЛ-150. Грузовой трос в этом случае крепят к переднему крюку и подъем ведут на задней передаче, что позволяет шоферу контролировать ход подъема агрегата и видеть подаваемые сигналы.

В момент подхода башни к вертикальному положению (80—85°) прекращают работу лебедки. Башню ставят в вертикальное положение, падавлявая на стрелу подъема и пнтягивая вручную передние растяжки, которые закрепляют за кропштейн переднего фундамента. Натягивая равномерно растяжки сначала верхнего, а затем нижнего ярусов, башню выверяют по вертикали.

Соблюдая маркировку, присоединяют конец кабеля к зажимам электрического щита при расположении его вблизи агрегата или же к трехфазной воздушной линии, если ветроагрегат установлен вдали от потребителя.

Агрегат опробывают при скорости ветра 5—8 м/сек. Нормально смонтированный агрегат после установки рычага пуска и останова в положение «на пуск» должен тронуться с места при скорости ветра меньше 4 м/сек, на холостом ходу увеличить скорость вращения и обеспечить номинальное напряжение на зажимах электрического щита уже при скорости ветра 5,5—6 м/сек.

При работе агрегата должен прослушиваться нормальный шум работающего ветроколеса, а при нагрузке — гудение генератора.

Ветроагрегат должен останавливаться в течение 20—30 сек после перевода рычага в положение «на останов».

Повышенные колебания башни и посторонние шумы указывают на неисправность агрегата. После того как агрегат проработает на холостом ходу и под нагрузкой в течение 20—25 ч, проверяют надежность болтовых соединений секций башни, головки и подтягивают растяжки.

ИСПЫТАНИЯ ВЕТРОАГРЕГАТОВ

Ветроагрегаты испытывают для того, чтобы установить соответствие характеристик агрегата (мощности, производительности, коэффициента полезного действия и др.) заводским данным, а также проверить работу и взаимодействие различных узлов и механизмов.

В хозяйствах и на опорных пунктах после монтажа и наладки ветроагрегата и после капитального ремонта проводят испытания, во время которых определяют:

а) минимальную скорость, при которой ветродвигатель начинает работать и поднимать воду или вырабатывать электроэнергию;

б) число оборотов, развиваемое ветроколесом при различных скоростях ветра на холостом ходу и под нагрузкой;

в) производительность агрегата при различных скоростях ветра;

г) скорость ветра, при которой вступает в действие система автоматического регулирования скорости вращения ветроколеса;

д) точность автоматической ориентации головки по направлению основного потока.

При испытании ветроагрегата ручной или дистанционный анемометр устанавливают на той же высоте от поверхности земли, на которой расположен и центр ветроколеса, в плоскости вращения ветроколеса на расстоянии, равном 5—10 его диаметрам. Минимальную рабочую скорость ветра определяют при средних скоростях 3—4 м/сек, записывая через каждые 10—15 сек показания анемометра и фиксируя одновременно момент начала вращения ветроколеса, а затем число его оборотов или скорость выходного вала редуктора (генератора). При увеличении скорости ветра также делают запись. Испытания проводят и при больших скоростях (8 м/сек и выше), чтобы определить момент вступления в действие автоматического регулятора числа оборотов и мощности. По полученным данным строят график зависимости числа оборотов от скорости ветра.

Опыты проводят при отключенной нагрузке (насосе, аккумуляторной батарее и др.) и с включенным потребителем энергии. Продолжительность опыта на каждом диапазоне скоростей ветра (3—5; 5—7; 7—8; 9 м/сек и выше) около 10—15 мин.

Производительность агрегата при различных скоростях ветра определяют, замеряя через каждые 10—15 сек скорость ветра по анемометру или флюгеру, количество поднятой воды по водомеру или при помощи мерного бака, количество выработанной электроэнергии ваттметром или амперметром и вольтметром.

Если нужно определить мощность, развиваемую двигателем ветроэлектрического агрегата при различных скоростях ветра, то делят выработку энергии на интервал времени между двумя замерами. Мощность, развиваемую ветронасосным агрегатом, обычно не определяют.

Полученные данные сравнивают с характеристиками, приводимыми в заводских инструкциях (паспортных данных агрегата).

Точность автоматической ориентации головки двигателя по направлению ветра определяют визуально (на глаз), сличая положения хвоста или плоскости вращения виндроз с направлением основного потока, указываемым флюгером. При средней скорости ветра 4—5 м/сек точность ориентации не должна быть менее 5°.

Если характеристики двигателя, полученные во время испытаний, оказываются хуже, чем приводимые в паспорте машины и гарантируемые заводом-изготовителем, то это свидетельствует о ненормальной работе агрегата (повышенное трение, плохая работа насоса, неправильный угол установки лопастей, недостаточное натяжение пружины регулирования и т. д.). Если эти неисправности устранить не удается, составляют акт-рекламацию и отправляют ее в адрес завода-изготовителя.

ГЛАВА 8

Краткие сведения по ветроустановкам, эксплуатируемым в сельском хозяйстве

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТИХОХОДНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ УВД-8

Предназначен для механизации подъема воды и приготовления кормов на фермах крупного рогатого скота (до 150 голов). Он может быть использован для полива огородов водой при напоре до 120 м, работы с жерновыми мельницами, а также с генераторами постоянного тока мощностью 2—3 кВт. Ветродвигатель выпускался вместо двигателя ТВ-8, от которого он отличается ветровым колесом велосипедного типа,

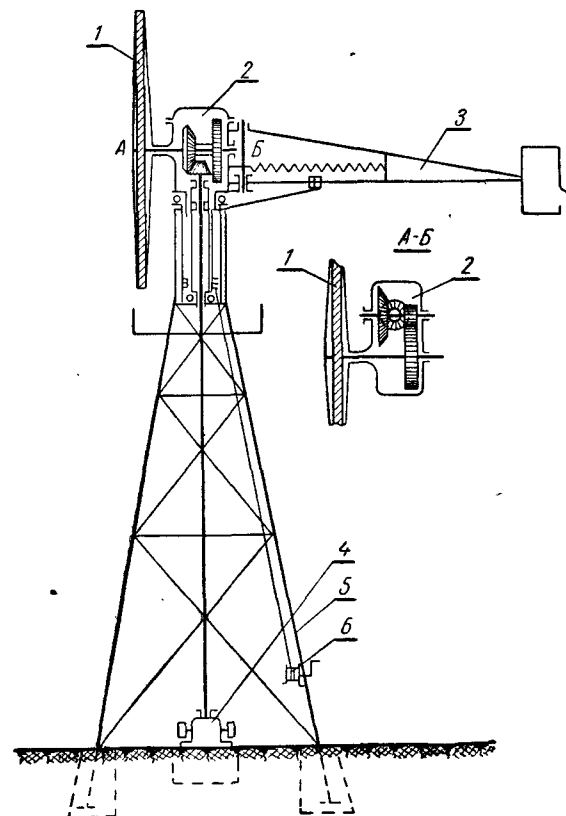


Рис. 63. Универсальный тихоходный ветродвигатель УВД-8:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — нижний редуктор; 5 — башня; 6 — лебедка.

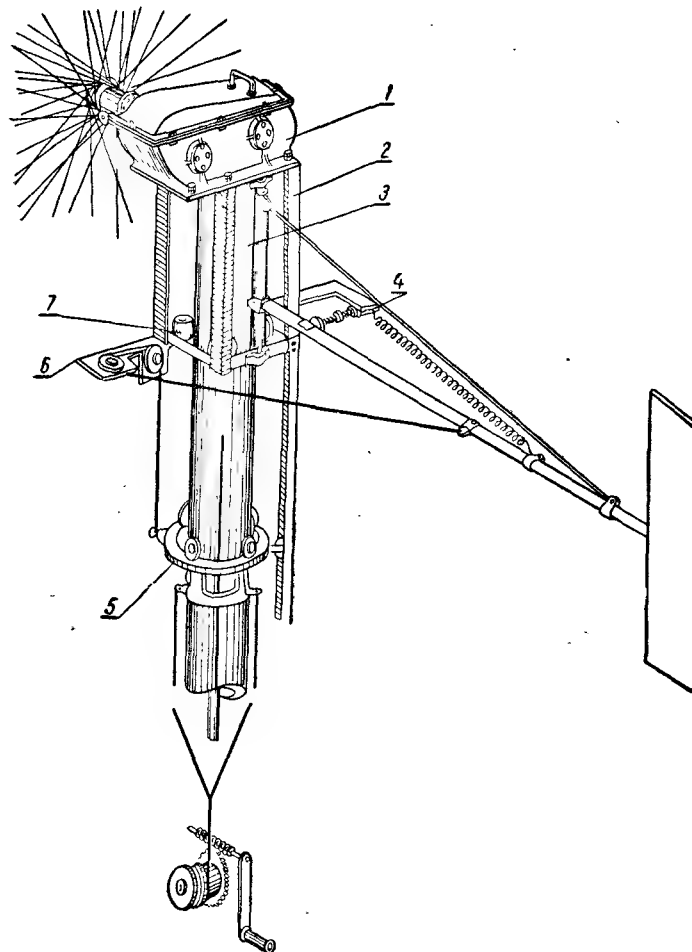


Рис. 64. Головка ветродвигателя УВД-8:

1 — верхний редуктор; 2 — ферма головки; 3 — опорная труба; 4 — рычаг пружины; 5 — муфта остановки; 6 — рамка роликов остановки; 7 — рамка опорных роликов.

закрытыми редукторами и водоподъемной лебедкой. В процессе подготовки к выпуску двигателей УВД-8 часть их была изготовлена марки ТВМ-8 (ТВ-8 модернизированный), снабженных также колесом велосипедного типа.

Ветродвигатель УВД-8 состоит из следующих основных узлов: ветроколеса 1 (рис. 63), головки 2, хвоста 3, нижнего редуктора 4, башни 5, лебедки 6 управления. В комплект двигателя входят водоподъемная лебедка, поршневой насос НП-95 или НП-120, штанги и напорные трубы.

Ветроколесо велосипедного типа укреплено на валу редуктора головки. Все восемнадцать лопастей завальцованы на спицах.

Головка состоит из верхнего редуктора 1 (рис. 64), фермы 2, опорной трубы 3, муфты 5 остановки, рамки 6 роликов остановки, рычага 4 пружины и рамки 7 опорных роликов. Пара цилиндрических и пара конических шестерен верхнего редуктора помещены в литом корпусе, который болтами прикреплен к плите фермы. Ферма надета на опорную трубу и может на ней свободно поворачиваться, опираясь на подшипник и опорную рамку роликов. Ветродвигатель регулируется автоматически выводом ветроколеса из-под ветра благодаря эксцентричному положению оси вращения колеса относительно оси поворота головки (рис. 65).

Хвост имеет оперение и ферму, состоящую из трубки и системы тяг. Между фермой и рычагом головки расположены две пружины системы регулирования.

Нижний редуктор состоит из пары конических шестерен, размещенных в литом корпусе. Валы редуктора вращаются на конических роликовых подшипниках. Вращение от верхнего редуктора нижнему передается вертикальным валом, вращающимся в трех подшипниках с деревянными вкладышами, укрепленными в башне на растяжках. На горизонтальный вал редуктора насажены два шкива диаметром 320 и 560 мм.

Башня выполнена из угловой стали, имеет балкон, неподвижную и поворотную лестницы. Последняя прикреплена к ферме головки.

Лебедка управления служит для пуска и остановки двигателя. При остановке трос, идущий к муфте, натягивается лебедкой. Муфта связана также с тросом, огибающим ролики остановки и прикрепленным к ферме хвоста. При натяжении троса колесо поворачивается вразрез к направлению ветра и останавливается.

Водоподъемная лебедка приводится в движение ременной передачей от шкива редуктора. Она представляет собой раму с кронштейном, на котором смонтированы две параллельно работающие пары цилиндрических шестерен (передаточное отношение $i = 4 : 1$)

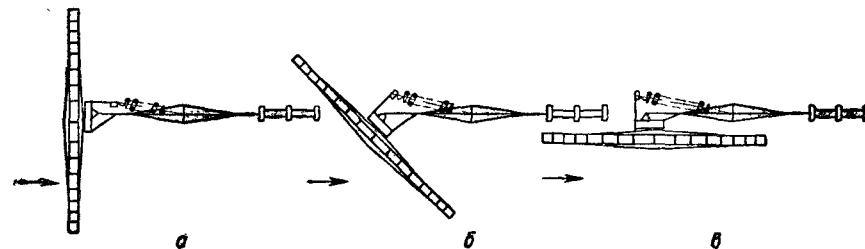


Рис. 65. Схема регулирования ветродвигателя УВД-8:

а — положение ветроколеса до начала регулирования; б — положение ветроколеса в процессе регулирования; в — нерабочее положение ветроколеса (стрелка показывает направление ветра).

и кривошипно-шатунный механизм. На раме установлены также распределительная коробка насоса с плунжером.

Насосное оборудование состоит из поршневого насоса, нагнетательных труб и штанг. Благодаря плунжеру лебедки вода подается насосом при ходе поршня вверх и вниз.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТИХОХОДНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ ТВ-8

Назначение его такое же, как и двигателя УВД-8. Основные узлы: ветроколесо 1 (рис. 66), головка 2, хвост 3, вертикальный вал 4, боковой план, нижний редуктор (лебедка) 7, башня 5, лебедка 6 пуска и остановки и насосное оборудование.

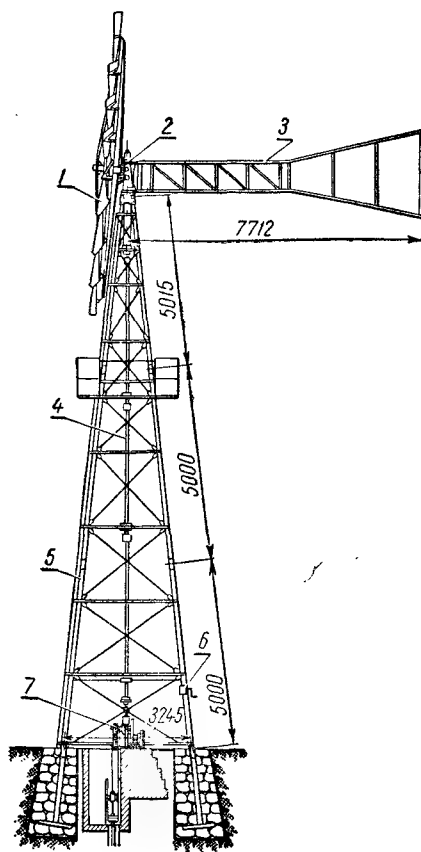


Рис. 66. Универсальный тихоходный ветродвигатель ТВ-8:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — вертикальный вал; 5 — башня; 6 — лебедка пуска и остановки; 7 — нижний редуктор.

Ветроколесо имеет восемнадцать лопастей из оцинкованной стали, прикрепленных к трем ободьям, соединенным спицами со ступицей, которая болтами присоединена к ведущей (большой) конической шестерне 6 (рис. 67) головки. Колесо вращается на двух конических роликовых подшипниках 3 и 5, сидящих на оси 2.

Головка, или верхний редуктор, состоит из чугунной станины 1, верхнего отсека 8 вертикального вала с ведомой (малой) конической шестерней 18 и опорной трубы 9, которая может поворачиваться относительно вертикальной оси в опорах 11 и 15. К станине прикреплена ферма бокового плана, осуществляющего регулирование двигателя выводом ветроколеса из-под ветра (рис. 68).

Вертикальный вал, состоящий из четырех отсеков, вращается в трех шариковых подшипниках, корпуса которых на растяжках укреплены

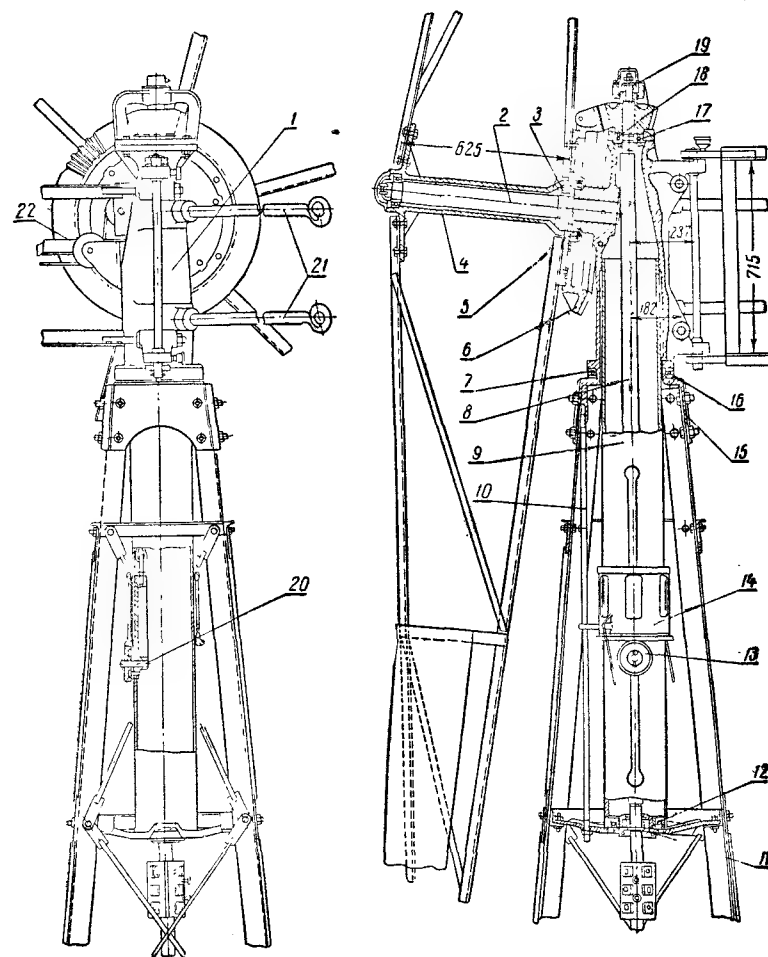
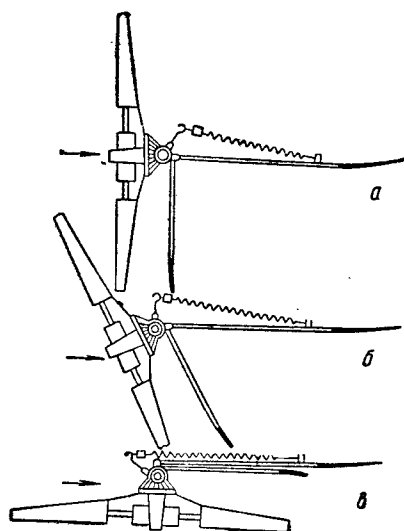


Рис. 67. Головка ветродвигателя ТВ-8 и механизм остановки:

1 — станина головки; 2 — ось ветроколеса; 3 и 5 — конические роликовые подшипники; 4 — ступица ветроколеса; 6 — ведущая (большая) коническая шестерня головки; 7 — упорный шариковый подшипник; 8 — отсек вертикального вала; 9 — опорная труба; 10 — направляющая тяга; 11 — нижняя опора головки; 12 — опорный стакан; 13 — сектор; 14 — муфта остановки; 15 — верхняя опора головки; 16 — сферическая пята; 17 и 19 — подшипники вала; 18 — ведомая (малая) коническая шестерня; 20 — планка; 21 — тяги пружин регулятора; 22 — ролик троса остановки.

в центре башни. Внизу вал кулачковой муфтой соединен с вертикальным валом универсальной лебедки.

Универсальная лебедка передает движение поршневому насосу и другим механизмам. Она состоит из пары конических и двух пар цилиндрических шестерен. Одна из больших шестерен служит



кривошипом насоса. На нижнем валу лебедки закреплен шкив диаметром 600 мм.

Двигатель пускают и останавливают лебедкой, укрепленной на одной из ног башни, выполненной из угловой стали.

Насосное оборудование состоит из поршневого насоса, направляющего механизма, балансира, распределительной коробки, воздушного колпака и комплекта труб и штанг.

Рис. 68. Схема регулирования ветродвигателя ТВ-8:

а — положение ветроколеса до начала регулирования; скорость ветра $V \leq 8$ м/сек; б — положение ветроколеса в процессе регулирования; в — нерабочее положение ветроколеса $V > 15$ м/сек (стрелка показывает направление ветра).

Технические характеристики

	УВД-8	ТВ-8
Диаметр ветроколеса, м	8	
Число лопастей	18	
Расчетная мощность на ветроколесе при скорости ветра 8 м/сек, л. с.	7	
Ограничение числа оборотов ветроколеса и мощности	Автоматическое, выводом ветроколеса из-под ветра: благодаря эксцентриситету при помощи бокового плана	
Установка головки на ветер	Автоматическая, при помощи хвоста	
Передаточное отношение от ветроколеса к кривошипу водоподъемной лебедки	1:2,285	1,47:1
Число качаний приводной штанги в минуту	52	17
Длина хода поршня, мм	170, 220, 300	250, 450
Скорость ветра, при которой ветродвигатель начинает работать, м/сек	3,0—3,5	
Расстояние от оси ветроколеса до поверхности земли, м	15,1	15,4
Вес ветродвигателя с насосным оборудованием, кг	3668	4400

Мощность и число оборотов

Показатели	Скорость ветра, м/сек					
	3		4		5	
	ветродвигатель					
	УВД-8	ТВ-8	УВД-8	ТВ-8	УВД-8	ТВ-8
Мощность на шкиве нижнего редуктора, л. с.	0,3	0,3	0,75	0,7	1,4	1,5
Число оборотов в минуту:						
ветроколеса	8,1	10,0	11,5	13,0	14,3	16,0
шкива	72,5	64,0	103,5	84,0	128,5	103,0

Продолжение

Показатели	Скорость ветра, м/сек					
	6		7		8 и выше	
	ветродвигатель					
	УВД-8	ТВ-8	УВД-8	ТВ-8	УВД-8	ТВ-8
Мощность на шкиве нижнего редуктора, л. с.	2,5	2,5	4,0	4,25	6,0	6,2
Число оборотов в минуту:						
ветроколеса	17,1	18,0	20,0	22,0	23,0	25,0
шкива	154	116,0	180,0	142,0	207,0	160,0

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЫСТРОХОДНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ Д-12

Служит для механизации работ на фермах, имеющих до 300 голов крупного рогатого скота. Основное его назначение — механизация подъема воды, помола зерна, приготовления кормов и приведение в действие генераторов. Он может быть использован также для работы с центробежным насосом при орошении.

Ветродвигатель состоит из следующих основных узлов: ветроколеса 1 (рис. 69), головки 2, хвоста 3, башни 4, вертикальной трансмиссии 5, нижнего редуктора 6 и лебедки 7 управления. В комплект входят водоподъемная лебедка, поршневой насос НП-95, напорные трубы и штанги.

Ветроколесо имеет три крыла обтекаемого профиля. Их деревянный каркас, укрепленный на трубчатом махе, обшит оцинкованной сталью. Крыло состоит из жесткой и поворотной частей. В поворотной части смонтирован механизм регулирования. Лопастные махи крепят к литой ступице. К концевым частям крыльев, которые могут свободно поворачиваться на штыре, присоединены

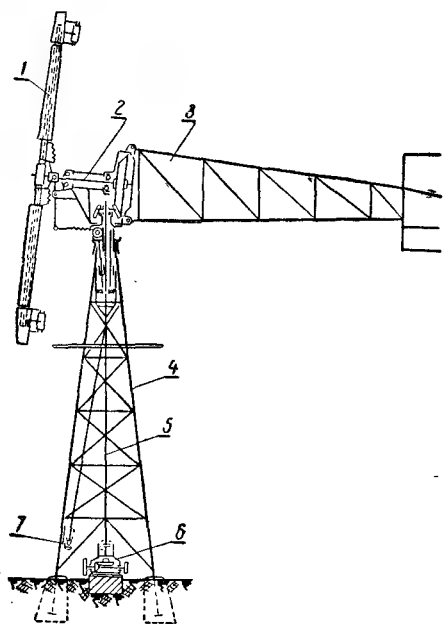


Рис. 69. Универсальный быстроходный ветродвигатель Д-12:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — башня; 5 — вертикальная трансмиссия; 6 — нижний редуктор; 7 — лебедка управления.

подшипники главного вала. Редуктор представляет собой пару конических шестерен с передаточным числом $i = 3$. Малая коническая шестерня 15 закреплена на верхнем отсеке 7 вертикального вала. Внизу картер связан с втулкой 8 и опорной трубой 9, оканчивающейся штырем 10 с подшипником 11 нижней опоры головки. Корпус ее отлит заодно с корпусом другой опоры, и в них головка может поворачиваться при изменении направления ветра. На головке шкворнями 5 крепится хвост 6.

Хвост состоит из четырехгранной фермы с двумя отсеками двупланного оперения. Для противодействия реактивному моменту оперение имеет кривизну.

Башня из угловой стали имеет форму усеченной пирамиды, верху на болтах установлен корпус опоры головки. В башне, фундаментные части которой бетонируют, проходит вертикальный вал.

Вертикальная трансмиссия состоит из пяти отсеков, связанных между собой муфтами, и подшипниковых узлов, которые тягами прикреплены к башне. Нижний конец вала упругой муфтой соединен с валом нижнего редуктора.

рули-стабилизаторы. Каждый из них связан с механизмом регулирования и при увеличении скорости вращения колеса вследствие перемещения грузов механизма поворачивается на некоторый угол. Благодаря этому на стабилизаторах возникают аэродинамические силы, поворачивающие концы лопастей, поэтому мощность ветродвигателя снижается. Для остановки двигателя лебедкой натягивают трос, который через систему рычагов и муфт действует на стабилизаторы, поворачивая их в положение «на останов».

Ветроколесо посажено на вал верхнего редуктора, образующего вместе с другими деталями головку двигателя.

Головка состоит из чугунной отливки, являющейся картером 1 (рис. 70) редуктора, объединенным с втулкой, в которой находятся

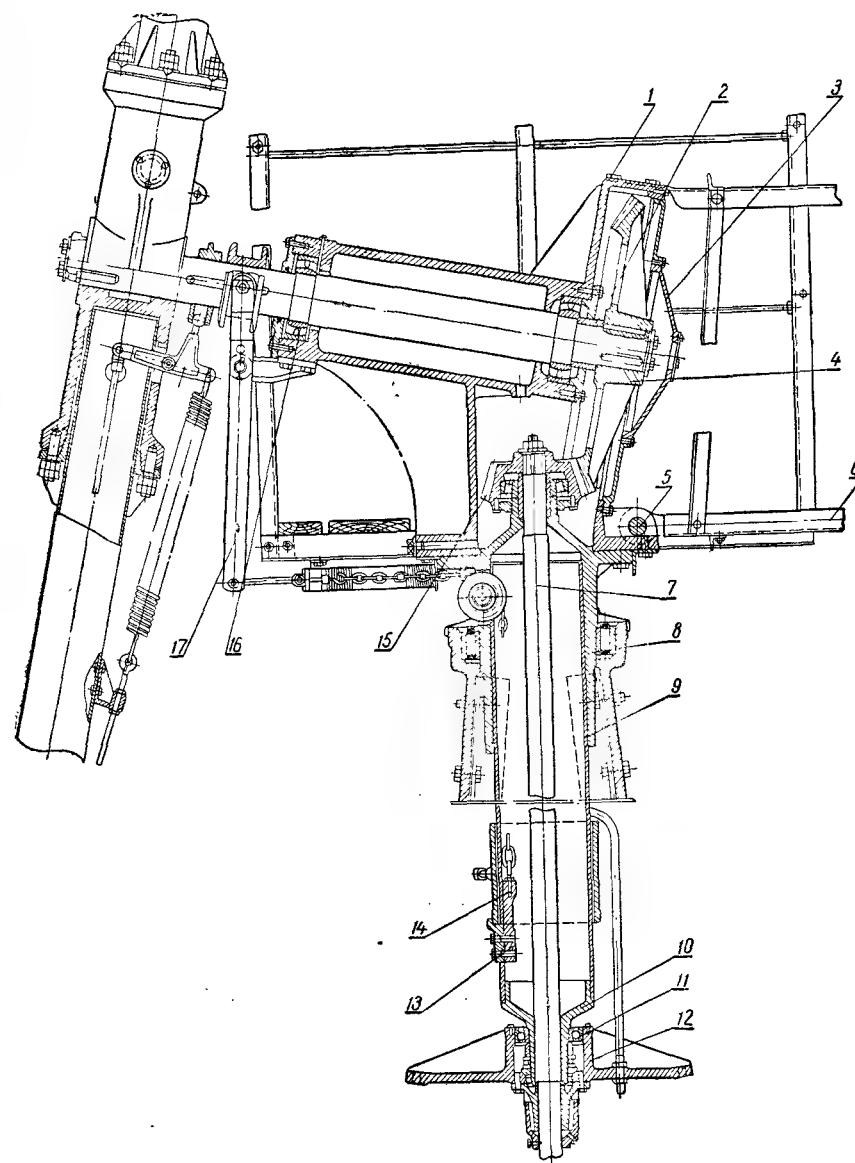


Рис. 70. Головка ветродвигателя Д-12:

1 — картер редуктора; 2 — распорная втулка; 3 — крышка картера; 4 — большая коническая шестерня; 5 — шкворень; 6 — хвост; 7 — верхний отсек вертикального вала; 8 — вертикальная втулка; 9 — опорная труба; 10 — штырь; 11 — подшипник; 12 — опорная плита; 13 — планка; 14 — муфта пуска и остановки; 15 — малая коническая шестерня; 16 — роликовый подшипник; 17 — рычаг остановки.

Нижний редуктор представляет собой коническую зубчатую пару с передаточным числом $i = 2$. На концах горизонтального вала посажены шкивы: диаметром 400 мм для привода водоподъемной лебедки (такой, как и у ветродвигателя УВД-8) и диаметром 800 мм для присоединения рабочих машин.

Лебедка управления прикреплена к одной из ног башни. При помощи штурвала лебедки трос натягивают (для остановки двигателя) или ослабляют (для пуска).

Техническая характеристика

Диаметр ветроколеса, м	12
Число лопастей	3
Расчетное число оборотов ветроколеса в минуту	60
Число оборотов редуктора в минуту	360
Ограничение числа оборотов и мощности	Автоматическое, поворотом концов лопастей центробежно-аэродинамическим регулятором при помощи стабилизаторов
Ориентация головки на ветер	Автоматическая, при помощи хвоста
Число ходов поршня в минуту	Не более 60
Длина хода поршня, мм	170, 220, 300
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	4—40
Расстояние от оси ветроколеса до поверхности земли, м	16
Вес ветродвигателя, кг	5500

Мощность и число оборотов

Показатели	Скорость ветра, м/сек				
	4	5	6	7	8 и выше
Мощность на шкиве редуктора, л. с.	1,6	3,1	5,4	8,5	12,7
Число оборотов шкива редуктора в минуту	185	222	266	310	360

ГЛАВА 9

Ветроводоподъемные агрегаты новых типов

Ветроводоподъемные и ветроэлектрические агрегаты новых типов — «Чайка» (ТВМ-3), «Буря» (2ВПЛ-4), «Вихрь» (ВНП-4М), «Беркут» (ВЭН-4) и другие, предназначенные для пастбищ, отличаются некоторыми конструктивными особенностями, из которых основными являются:

- 1) применение подшипников с одноразовой смазкой, графитовых втулок и других деталей из неметаллических материалов;
- 2) наличие беспоршневого компрессора, не требующего смазки, или генератора повышенной частоты;
- 3) бесфундаментная установка башни, снабженной шарнирными устройствами, применение различных автоматических устройств для запуска ветродвигателя, автоматических систем разгрузки компрессора, управления работой насоса и др.;
- 4) использование при монтаже укрупненных узлов весом не более 70 кг, собранных и отрегулированных на заводе.

Технические характеристики ветроводоподъемных агрегатов новых типов и ветроэлектрических агрегатов приведены в таблице 8.

ВЕТРОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА «ЧАЙКА» (ТВМ-3)

Предназначена для механизации подъема воды поршневым насосом из шахтных и трубчатых колодцев глубиной до 30 м в районах, где среднегодовые скорости ветра составляют 3—5 м/сек. С насосом НП-65 ветронасосную установку можно использовать для подъема воды с глубины до 50 м, однако при этом производительность ее снизится. Рекомендуется применять установку на летних пастбищах, в населенных пунктах и на небольших животноводческих фермах.

Двигатель установки имеет многолопастное колесо и начинает работать при невысоких скоростях ветра (3—3,5 м/сек). Двигатель монтируют над колодцем.

Установка состоит из следующих узлов: ветроколеса 1 (рис. 71), хвоста 2, головки 3, мачты 4, рамы 5 с приводом, насоса 6 и механизма 7 ручного пуска и остановки. В комплект входят также штанги, водоподъемные трубы и стрела подъема.

Ветроколесо имеет двенадцать стальных лопастей, укрепленных на каркасе из уголков. Передняя кромка лопастей для большей прочности отбортована. Ступица колеса закреплена на валу головки.

Головка — это одноступенчатый редуктор с двумя одинаковыми парами прямозубых шестерен 8 и 9 (рис. 72) и кривошипно-шатунным механизмом, помещенным в алюминиевом корпусе 10. Малые шестерни 8 выполнены заодно с главным валом и от него передают вращение шестерням 9 с пальцами 11, на которые надевают шатуны 13. Головки шатунов связаны осью 12 и через траверзу 1 приводят в возвратно-поступательное движение штангу 7, которая внизу переходит в штангу насоса. На ось 12 посажен ролик 2, который перемещается по направляющей 3.

Ось колеса смещена на 144 мм относительно оси поворота головки, и число оборотов и мощность его ограничиваются выводом

Технические характеристики ветроводо

	Ветронасосная установка «Чайка» (ТВМ-3)	Ветроводо-подъемный агрегат «Буран» (2ВЦД-4)	Ветропневматическая установка «Вихрь» (ВНП-4М)	Ветроэлектрo	
				«Вернута» (ВЭН-4)	
Диаметр ветроколеса, м . . .	3	4	4	4	
Мощность на валу ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек, л. с.	1,0	2,4	2,2	2,2	
Скорость вращения ветроколеса при скорости ветра 8 м/сек, об./мин	61	108	312	312	
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/сек	3—15	4—17	4—30	4—30	
Максимальная высота подъема воды, м	30	30	25	25	
Производительность при скорости ветра 7 м/сек и напоре 20 м, м³/ч	1,8	До 2,1	До 2,0	1,8—2,0	
Водоподъемное и электрическое оборудование, входящее в комплектную поставку агрегата	Насос НЦ-93 или НЦ-65, трубы длиной 30 м, привод к насосу	Ленточный водоподъемник*	Однокамерный пневматический насос, трубы, планги	Центробежный погружной или плавающий высокооборотный насос	
Вес комплекта (без водо-подъемных труб), кг	490	Около 600	410	415	
Расстояние от оси ветроколеса до поверхности земли, м	5,0	5,0	5,0	5,0	
Максимальная расчетная скорость ветра, м/сек	30	35	40	40	
Ориентировочная стоимость при серийном производстве, руб.	350—400	400—450	400—450	500—550	
Район применения	Летние пастбища, тракторные бригады в центральных и южных районах Украины, Белоруссии, Восточной Сибири, Дальнего Востока и др., где $V_{ср.г} \geq 3,0-5 \text{ м/сек}$	Пастбища районов, где $V_{ср.г} > 3,5 \text{ м/сек}$ (Казахстан, Туркмени, Черные земли и др.)	Пастбища и скотопрогонные трассы районов, где $V_{ср.г} 4-6 \text{ м/сек}$	500—550 скотопрогонные трассы районов, где $V_{ср.г} > 4,5 \text{ м/сек}$	

подъемных и ветроэлектрических агрегатов

насосные агрегаты		Ветроэлектрические агрегаты			
ВЭВ-1-6	Д-4 ВЭЭСХ	ВЭ-5	ВЭА-1	«Сокол» (2Д-12МА) с погружным насосом	
6	4	5	1	12	
4,6	2,2	3,3	0,14	21,0	
220 (при скорости ветра 7 м/сек)	280	250	1280	88	
4—30	4,2—30	4,5—30	3—15	4,5—30	
40	—	—	—	150	
1,6 (при высоте 40 м) 3,0 (при высоте 15 м)	—	—	—	8,3 (при напоре 150 м и скорости ветра 8 м/сек)	
Насос ЭЦНВ4-1,6× ×85 или насос ЦН-Ю, электро- питок	Электропиток, регулятор, ак- кумуляторная батарея	Электропи- ток, аккумуля- торная батарея	Электропи- ток, аккумуля- торная батарея	Центробежный погружной насос типа ЭЦВ шит управления	
1000 (со шитом и насосом)	240 (с опорным столбом, без аккумуляторных батарей)	900 (со ши- том и аккумуля- торной батареи)	42 (без аккумуля- торных батарей)	1900	
6,0	7,2	9,0	7—10	10,0	
40	40	40	25	40	
1000 Пастбища, ското- прогонные трассы, удаленные фермы в районах, где $V_{ср.г} > 4,5 \text{ м/сек}$	150—200 Удаленные фер- мы, пастбища и населенные пункты в не- электрифици- рованных районах	1000 Удаленные фермы, пастбища, населенные пункты в не- электрифицированных зо- нах с $V_{ср.г} \geq 4 \text{ м/сек}$	50—70	1800—2000 Фермы, небольшие населенные пункты участки орошения в неэлектрифициро- ванных районах, где $V_{ср.г} \geq 5 \text{ м/сек}$	

* По заказу потребителей поставляется генератор Г-2Б с аккумуляторной батареей.
 ** $V_{ср.г}$ — среднегодовая скорость ветра, м/сек.

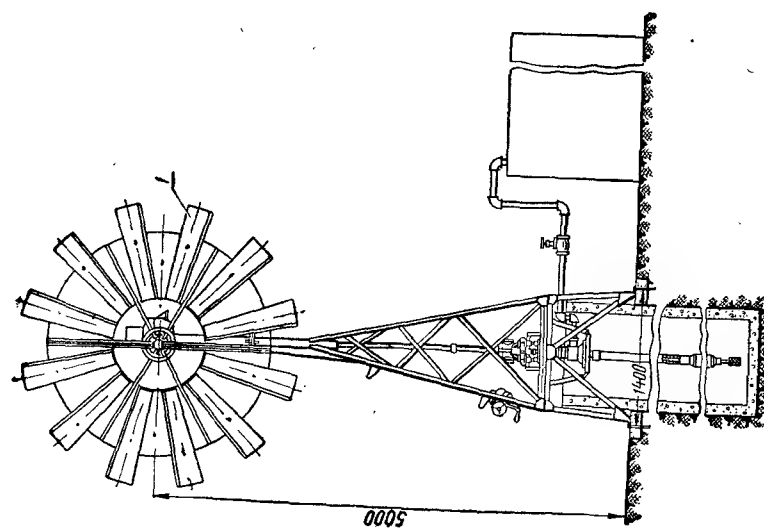


Рис. 71. Ветронасосная установка «Чайка» (ТВМ-3):

1 — ветроколесо; 2 — хвост; 3 — головка; 4 — мачта; 5 — рама с приводом; 6 — насос; 7 — механизм ручного пуска и останова; 8 — трос; 9 — защелка буревой защиты; 10 — отсек штанги.

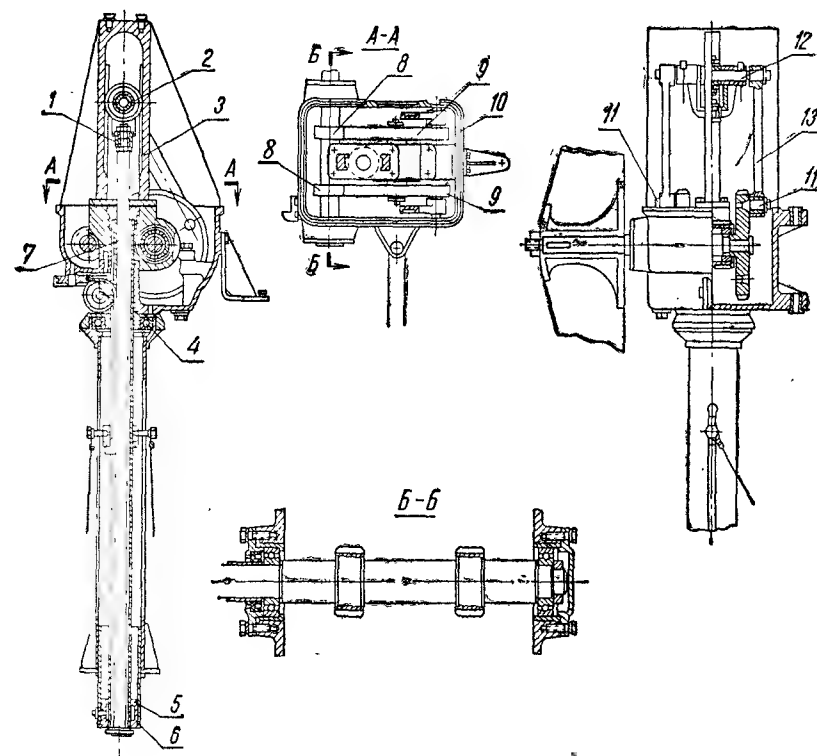


Рис. 72. Головка ветронасосной установки «Чайка» (ТВМ-3):

1 — траверза; 2 — ролик; 3 — направляющая; 4 — опорный подшипник; 5 — втулка; 6 — опорная труба; 7 — штанга; 8 — малая шестерня; 9 — большая шестерня; 10 — корпус; 11 — палец; 12 — ось; 13 — шатун.

колеса из-под ветра (как у ветроводоподъемника ВП-ЗМ). Через опорно-радиальный подшипник 4 и втулку 5 скольжения головка связана с опорной трубой 6, которая болтами прикреплена к мачте. Головка ориентируется по направлению ветра при помощи хвоста.

Мачта — пространственная ферма, выполненная из труб и угловой стали, соединена шарнирами с нижней рамой. Внутри мачты проходит штанга, а на одной из ног укреплен червячная лебедка механизма ручного пуска и останова. Останавливают ветродвигатель, натягивая лебедкой трос 8 (см. рис. 71), который сводит хвост с колесом, устанавливая их в одной плоскости параллельно направлению потока воздуха. Лебедку используют также для подъема ветроустановки в вертикальное положение. Для этого ее переставляют на нижнюю раму и оснащают установку стрелой и тросами, как показано на рисунке 73. На трубе хвоста имеется защелка 9

(см. рис. 71) буревой защиты, которая при скоростях ветра больше 17 м/сек замыкает хвост на головку и останавливает ветродвигатель. Этим устраняется вредное «хлопанье» ветродвигателя при сильных порывах ветра, снижаются гироскопические нагрузки и повышается надежность агрегата. Защелку выключают лебедкой, немного натягивая трос.

Нижняя рама устанавливается над колодцем и крепится к земле или фундаментам четырьмя анкерными болтами.

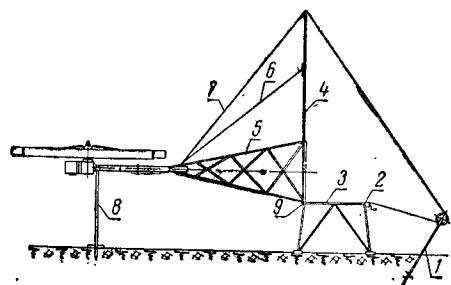


Рис. 73. Лебедка для подъема ветродвигательной установки «Чайка» (ТВМ-3):

1 — штырь с блоком; 2 — лебедка; 3 — нижняя рама; 4 — подъемная стрела; 5 — башня; 6 — трос оттяжки; 7 — грузовой трос; 8 — стойка; 9 — шарнир.

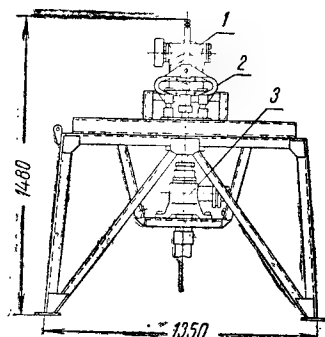


Рис. 74. Нижняя рама ветродвигательной установки «Чайка» (ТВМ-3):

1 — червячный редуктор; 2 — привод; 3 — переходная коробка насоса.

На раме закреплен привод 2 (рис. 74), переходная коробка 3 насоса и червячный редуктор 1 для работы с резервным приводом. Вал редуктора (передаточное число $i = 40$) имеет эксцентрик, ролики которого, перемещаясь по направляющим привода, сообщают штанге возвратно-поступательное движение. Прежде чем включить резервный привод, необходимо снять отсек штанги 10 (см. рис. 71), чтобы отключить штангу от ветроколеса.

Насос на трубах диаметром 2" подвешивают к переходной коробке. В нем имеются два шариковых клапана и приемный фильтр-сетка. Поршень приводится в движение тонкостенными герметизированными штангами. Так как внутри штанг вода не попадает, они в воде теряют часть своего веса, что облегчает работу двигателя.

Наибольший ход поршня 170 мм, число двойных ходов в минуту не более 40.

Производительность установки

Суммарный напор, м	Скорость ветра, м/сек					
	3	4	5	6	7	8 и выше
	производительность, м³/ч					
10	0,55	1,0	1,35	1,7	2,0	2,3
20	0,1	0,7	1,1	1,5	1,75	1,9
30	—	0,6	1,0	1,4	1,7	1,8

ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНЫЙ АГРЕГАТ «БУРАН» (2ВПЛ-4)

Предназначен для механизации подъема воды из шахтных колодцев глубиной до 30 м, преимущественно в районах отгонного животноводства, где среднегодовая скорость ветра достигает 4—6 м/сек. Он может быть использован для подъема воды, когда не требуется напорная подача ее над поверхностью земли. Одновременно от ветродвигателя можно заряжать аккумуляторные батареи. Для этого по желанию потребителей его снабжают генератором переменного тока Г-2Б мощностью 700 Вт и батареей 6-СТ-128.

При безветрии скот поят водой из резервного бака емкостью не менее 20 м³. Ветроагрегат устанавливают в стороне от водоемистика на расстоянии 2—2,5 м.

Ветроводоподъемный агрегат состоит из следующих узлов: ветроколеса 1 (рис. 75), верхнего редуктора 2, хвоста 3, бокового плана 4, башни 5, нижнего редуктора 6, ленточного водоподъемника 9, механизма 11 пуска и остановки, рамы крепления водоподъемника и ограждения 8 ременных передач. Генератор 7 и электрический щит управления также монтируют на башне.

Ветроколесо быстроходного типа имеет три стеклопластиковые лопасти, жестко закрепленные на литой ступице¹. Она закрыта обтекателем. Для более надежной работы системы регулирования на концах лопастей установлены открьлки 6 (рис. 76). Лопасти отклонены от плоскости вращения колеса на 5°.

Верхний редуктор (рис. 77) представляет собой пару конических шестерен 3 и 4 (передаточное отношение $i = 1 : 2,18$), вращающихся в подшипниках одноразовой смазки, заключенных в алюминиевом литом корпусе. Нижним фланцем редуктор крепится к поворотной опоре, имеющей опорно-радиальный подшипник с насыпными шариками, а к боковым фланцам болтами присоединен кронштейн для крепления подшипников хвоста и трубы бокового плана. На валу редуктора укреплен ступица ветроколеса.

Мощность агрегата ограничивается автоматически выводом колеса из-под ветра (как у ветродвигателя ТВ-8). Ориентация

¹ В опытных образцах применены цельнометаллические лопасти.

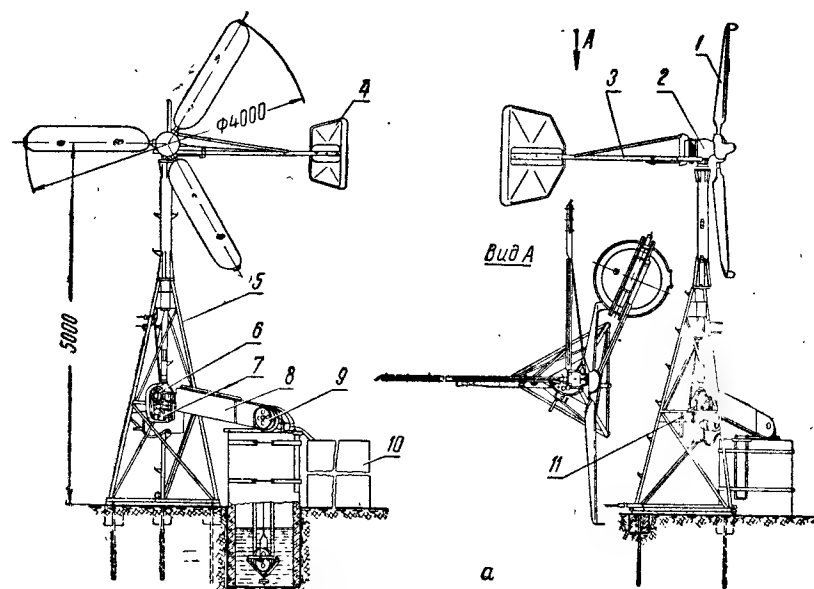


Рис. 75. Ветроагрегат «Бурянь» (2ВПЛ-4) с ленточным водоподъемником:

а — устройство; б — кинематическая схема; 1 — ветроколесо; 2 — верхний редуктор; 3 — хвост; 4 — боковой план; 5 — башня; 6 — нижний редуктор; 7 — генератор; 8 — ограждение ременных передач; 9 — ленточный водоподъемник; 10 — бак; 11 — механизм пуска и остановки.

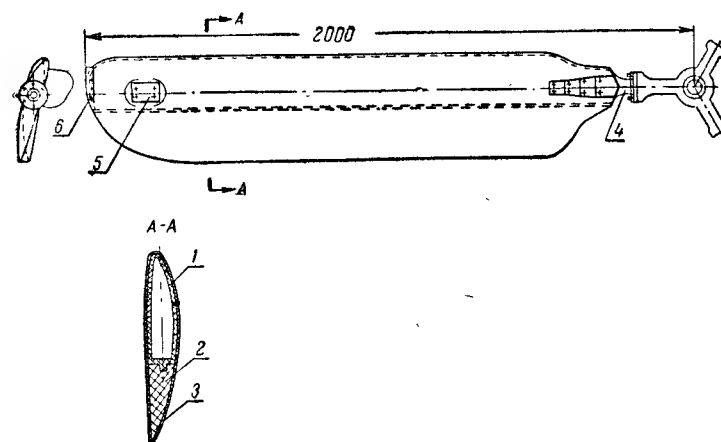


Рис. 76. Стеклопластиковая лопасть ветроколеса агрегата «Бурянь» (2ВПЛ-4):

1 — лонжерон; 2 — наполнитель; 3 — обшивка; 4 — наконечник; 5 — балансирующий груз; 6 — открьлок.

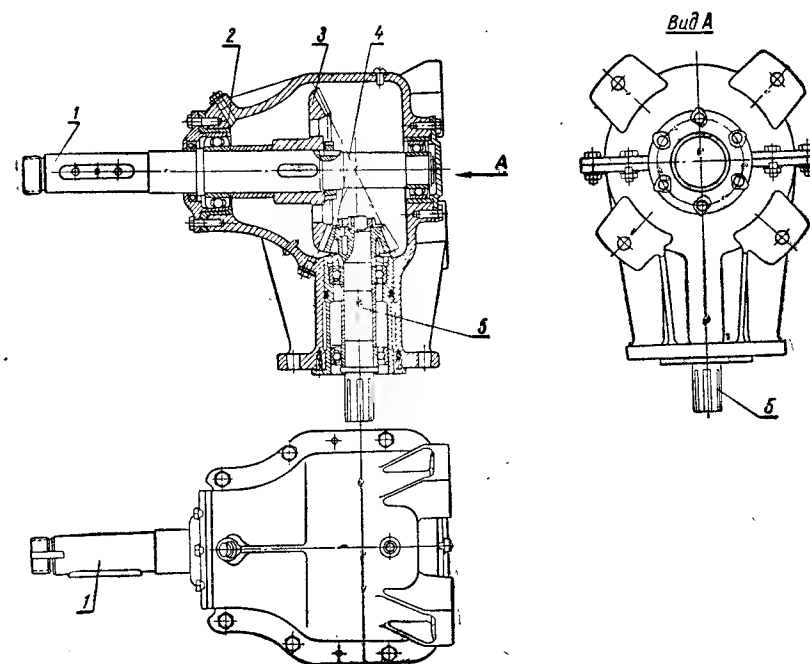


Рис. 77. Верхний редуктор ветроагрегата «Бурянь» (2ВПЛ-4):

1 — главный вал; 2 — корпус; 3 — большая коническая шестерня; 4 — малая коническая шестерня; 5 — валик.

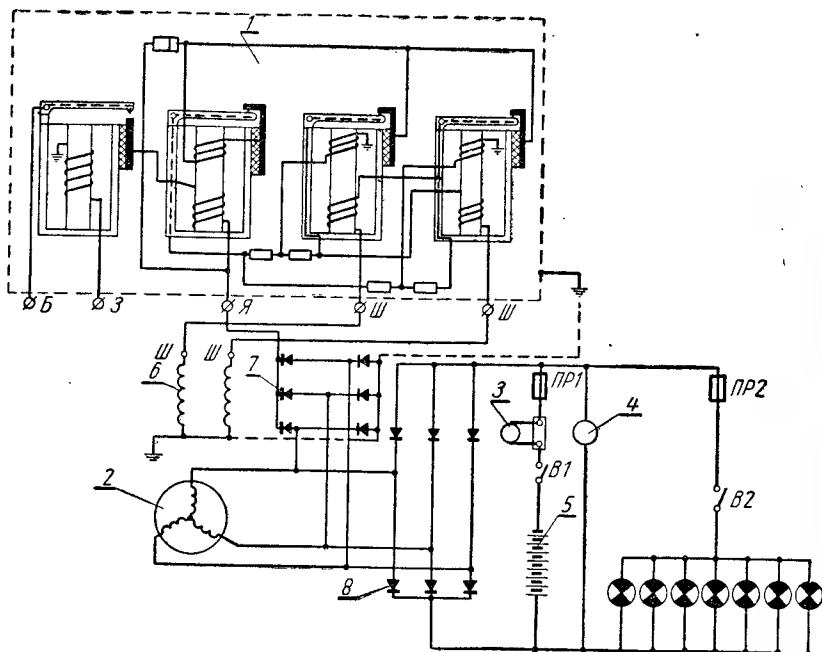


Рис. 78. Электрическая схема соединений генератора ветроагрегата «Буря» (2ВПЛ-4):

1 — реле-регулятор РР-5; 2 — генератор Г-2Б; 3 — амперметр; 4 — вольтметр; 5 — аккумуляторная батарея; 6 — обмотка возбуждения генератора; 7 — селеновый выпрямитель; 8 — выпрямитель РС-29; PP1 и PP2 — предохранители; B1 и B2 — выключатели.

головки с колесом по направлению ветра осуществляется хвостом. Агрегат пускают и останавливают так же, как ветродвигатель установки «Чайка» (ТВМ-3).

Устройство зашки такое же, как у ветродвигателя установки «Чайка» (ТВМ-3).

Трубчатая башня имеет в нижней части шарниры, облегчающие подъем агрегата. Башню устанавливают на уголковоe основание, которое крепят к земле тремя земляными буравами.

Нижний редуктор взаимозаменяем с верхним. Он установлен на промежуточной диафрагме башни. На этой же диафрагме размещен и генератор. На горизонтальном валу редуктора посажены два шкива: один для привода клиновым ремнем Б-4200 водоподъемника, другой для генератора.

Водоподъемник имеет перфорированный прорезиненный ремень 60×4 мм. Его корпус крепят на оголовке колодца хомутами. Если необходимо, он может быть поднят на высоту 1—1,5 м.

Генератор Г-2Б заряжает аккумуляторные батареи при скорости ветра 6 м/сек и выше, когда число оборотов вала генератора

достигает 900 об/мин. Ток генератора выпрямляется селеновым выпрямителем, напряжение ограничивается реле-регулятором типа РР-5. Электрическая схема соединений генератора с нагрузкой показана на рисунке 78. Работа двигателя с водоподъемником и генератором допускается при скоростях ветра больше 7 м/сек.

Производительность ветроагрегата

Высота подъема воды, м	Скорость ветра, м/сек					
	3	4	5	6	7	8 и выше
	производительность, м³/ч					
10	0,4	0,7	1,2	1,7	2,4	3,0
20	—	0,5	1,0	1,5	2,1	2,8
30	—	0,4	0,8	1,3	1,9	2,6

ВЕТРОНАСОСНЫЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ «ВИХРЬ» (ВНП-4М)

Предназначен для механизации подъема воды на пастбищах, скотопрогонных трассах, полевых станах из колодцев глубиной до 30 м и из открытых водоемов. С его помощью бесперебойно снабжают водой одну-две отары овец или до 150 голов крупного рогатого скота. Для этого агрегат оборудуют резервным баком емкостью не менее 20 м³. Его можно использовать в районах со среднегодовой скоростью ветра от 4,5 м/сек и в зонах, отличающихся частыми бурями.

Некоторые узлы (опорное устройство, башня, механизмы ориентации и пуска-остановки и др.) взаимозаменяемы или сходны по устройству с узлами других агрегатов (ВПЛ-4, ВЭН-4). В ветроколесе применяют лопасти двух типов: цельнометаллические и стеклопластиковые.

По желанию потребителей агрегат комплектуют насосом для подъема воды из шахтных колодцев и открытых водоемов или насосом для подъема воды из буровых колодцев диаметром от четырех дюймов и более.

Двигатель устанавливают над водонесточником или лучше в стороне от него на расстоянии до 50—100 м.

Агрегат состоит из следующих основных узлов: ветроколеса 1 (рис. 79) с центробежным регулятором скорости вращения, мембранного компрессора 2 с устройством для автоматической разгрузки на период пуска и разгона, поворотной опоры 4 с системой ручного пуска и остановки двигателя и червячным устройством для автоматической ориентации головки при изменении направления ветра, двух виндроз 3, верхней опоры-ресивера 5, нижней мачты 6, основания мачты 10, пневматического насоса 12 с автоматическим

обеспечивает нормальную работу агрегата на всем диапазоне рабочих скоростей ветра, вплоть до скорости 40 м/сек. Регулирование осуществляется поворотом лопастей в направлении «на поток», т. е. в сторону уменьшения углов заклинивания. С помощью регулятора агрегат автоматически запускается на оптимальных углах заклинивания лопастей (30—31°). Их устанавливают на больший угол с помощью пусковой пружины 7. Рабочая пружина 8 предварительно затянута и начинает работать при скорости вращения колеса около 290 об/мин.

С регулятором связана система ручного пуска и остановки. В нее входит тяга 11, проходящая через полый вал компрессора и одним концом закрепленная в каретке 6, а другим через капсулу 12 соединенная с плунжером разгрузочного устройства 3 (рис. 81) компрессора 2.

На верхней плите поворотной опоры 5 укреплен на оси рычаг 4 с роликами, которые упираются в капсулу. Короткий конец рычага двумя шатунами связан с ползушкой 10, которая возвратной пружиной отжимается вниз к роликам двуплечего рычага 9. Тросом 11 этот рычаг соединен с рукояткой пуска и остановки.

Рукояткой фиксируют лопасти в трех положениях: «на пуск» (+30° — +31°), «на останов» (—7°) и «на стоянку» (+1°).

Компрессор имеет четыре рабочие камеры, образованные верхней крышкой 3 (рис. 82) с всасывающим 4 и нагнетательным 5 клапанами пластинчатого типа и эластичной мембраной из резиновой ткани марки МП толщиной 0,8 мм. Движение мембранам передается через поршни, связанные с двумя противоположно соединенными толкателями. Они перемещаются в графитовых втулках и получают возвратно-поступательное движение от эксцентрикового вала 1, вращающегося в двух подшипниках, помещенных в расточки алюминиевого корпуса 2. Атмосферный воздух всасывается через фильтр 9, а нагнетается в сборный коллектор 7. Последний связан с башней-ресивером и корпусом перепускного устройства 8.

При неподвижном и медленно вращающемся ветроколесе, когда пусковая пружина сжата не полностью, плунжер перепускного устройства, имеющий два уплотнительных кольца, находится слева: перепускное отверстие открыто. Воздух, сжимаемый в компрессоре, выходит в атмосферу, противодействие не создается, и компрессор работает вхолостую. Это облегчает разгон колеса. При достижении колесом скорости вращения 100—120 об/мин регулятор сжимает пусковую пружину, плунжер перемещается вправо и перекрывает отверстия. Сжатый воздух начинает поступать в башню-ресивер. На нагнетательной магистрали установлен обратный клапан с резиновым шариком, препятствующий выбросу воздуха из башни-ресивера при остановленном колесе.

Поворотная опора вместе с компрессором и виндروزами составляет головку. Она включает промежуточную колонку 1

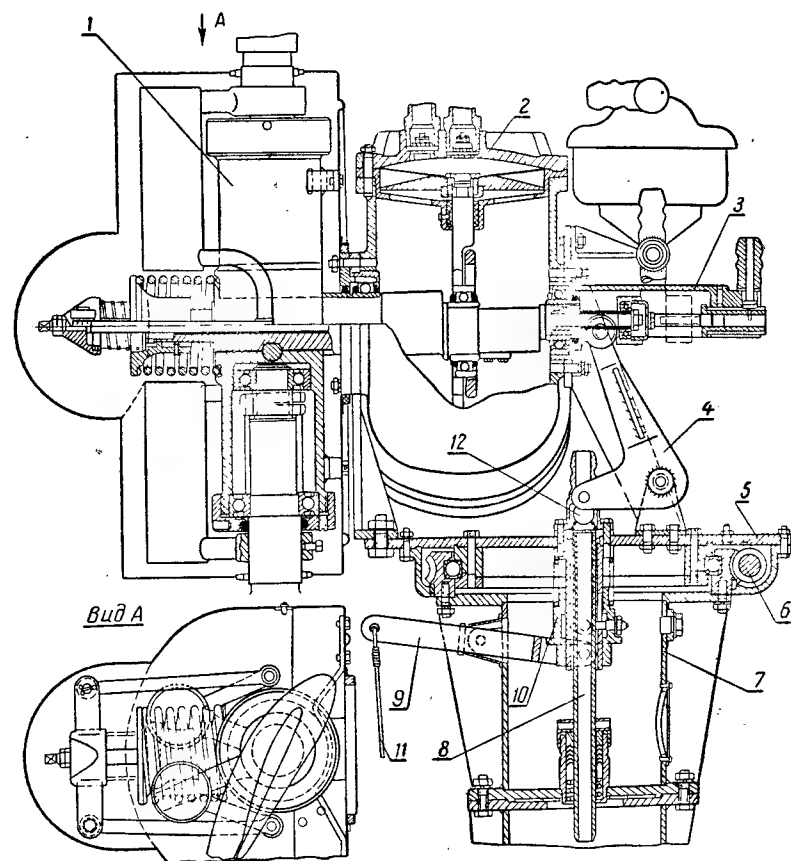


Рис. 81. Головка агрегата «Вихрь» (ВНП-4М):

1 — ветроколесо с регулятором; 2 — компрессор; 3 — разгрузочное устройство; 4 и 9 — рычаги; 5 — поворотная опора; 6 — червяк; 7 — колонка; 8 — напорный патрубок; 10 — ползушка; 11 — трос; 12 — обратный клапан.

(рис. 83), которая крепится к мачте, механизм автоматической ориентации, опорно-радиальный подшипник 2 с насыпными шариками 3, нагнетательный патрубок 4, уплотнение 5 и детали механизма пуска и остановки.

Червячное колесо 7 механизма ориентации неподвижно закреплено на колонке, а червяк 8, приводимый в движение виндروزами 10, вращается в двух подшипниках 9, посаженных в расточки опоры. При изменении направления ветра виндрузы, которые для большей чувствительности расположены перед колесом, начинают вращаться, и с помощью червячного механизма головка поворачивается до тех пор, пока плоскость вращения ветроколеса

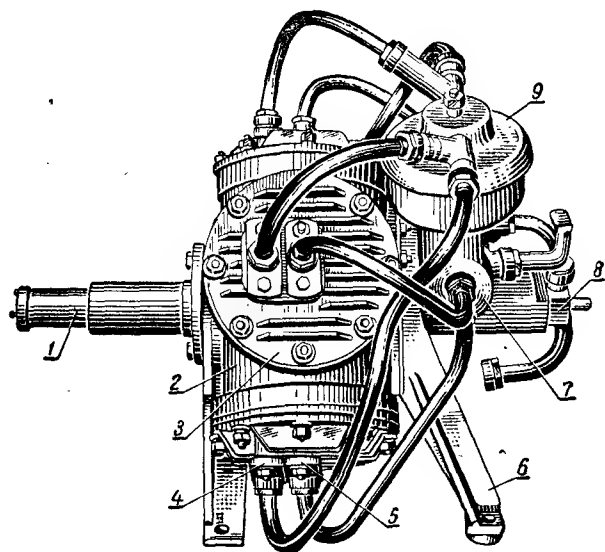


Рис. 82. Мембранный компрессор агрегата «Вихрь» (ВНП-4М):

1 — эксцентриковый вал; 2 — корпус; 3 — крышка; 4 — всасывающий клапан; 5 — нагнетательный клапан; 6 — стойка; 7 — сборный коллектор; 8 — перепускное устройство; 9 — фильтр.

не встанет перпендикулярно направлению потока. Промежуточная колонка соединена болтами с верхней опорой.

Верхняя опора-ресивер представляет собой герметизированную трубу с предохранительным клапаном, патрубком с отверстием для слива конденсата и штуцером для соединения ее с нижней мачтой.

Мачта имеет три трубчатых стойки, соединенных направляющей, поперечными связками, раскосами и диафрагмой. К одной стойке приварены ступеньки, а на верхней связке закреплена рукоятка пуска и остановки. В проушины мачты устанавливают подъемную стрелу и шарниры крепления к основанию, которое земляными буравами крепят к земле или фундаментам. Одну из стоек используют как воздухопровод к насосу.

Однокамерный пневматический насос состоит из камеры и автоматического устройства. Основные детали камеры: всасывающий клапан 2 (рис. 84), напорная труба 4 с обратным клапаном 3 и воздушный патрубок 12.

В автоматическом устройстве имеются три полости. Полость А постоянно соединена с камерой насоса. При открытом клапане 11 сжатый воздух из ресивера по трубе 6 поступает в полость А и затем в камеру насоса. Если открыт клапан 11, камера соединяется с полостью Б, которая патрубком 7 сообщена с атмосферой.

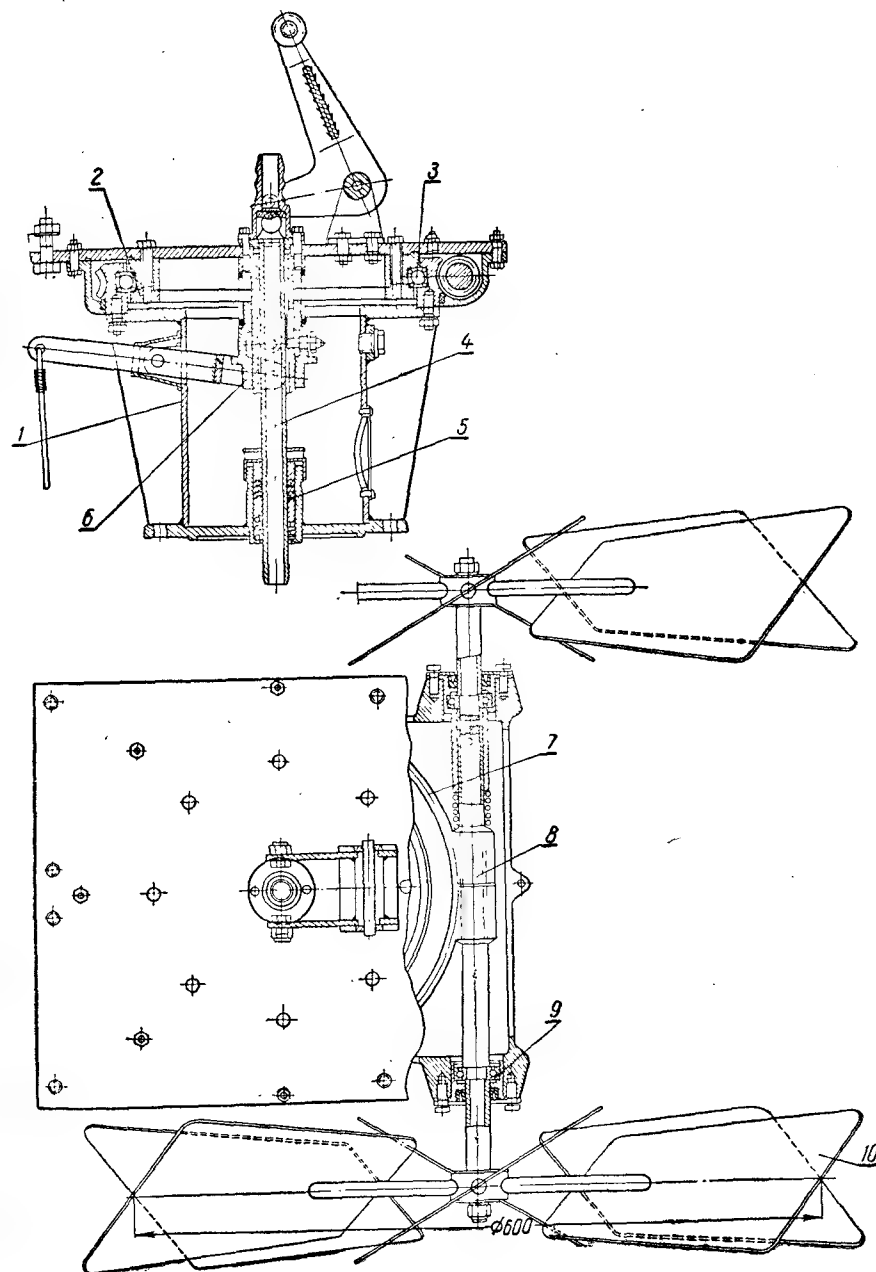


Рис. 83. Поворотная опора агрегата «Вихрь» (ВНП-4М):

1 — промежуточная колонка; 2 — подшипник; 3 — шарик; 4 — патрубок; 5 — уплотнение; 6 — муфта; 7 — червячное колесо; 8 — червяк; 9 — подшипник; 10 — виндроза.

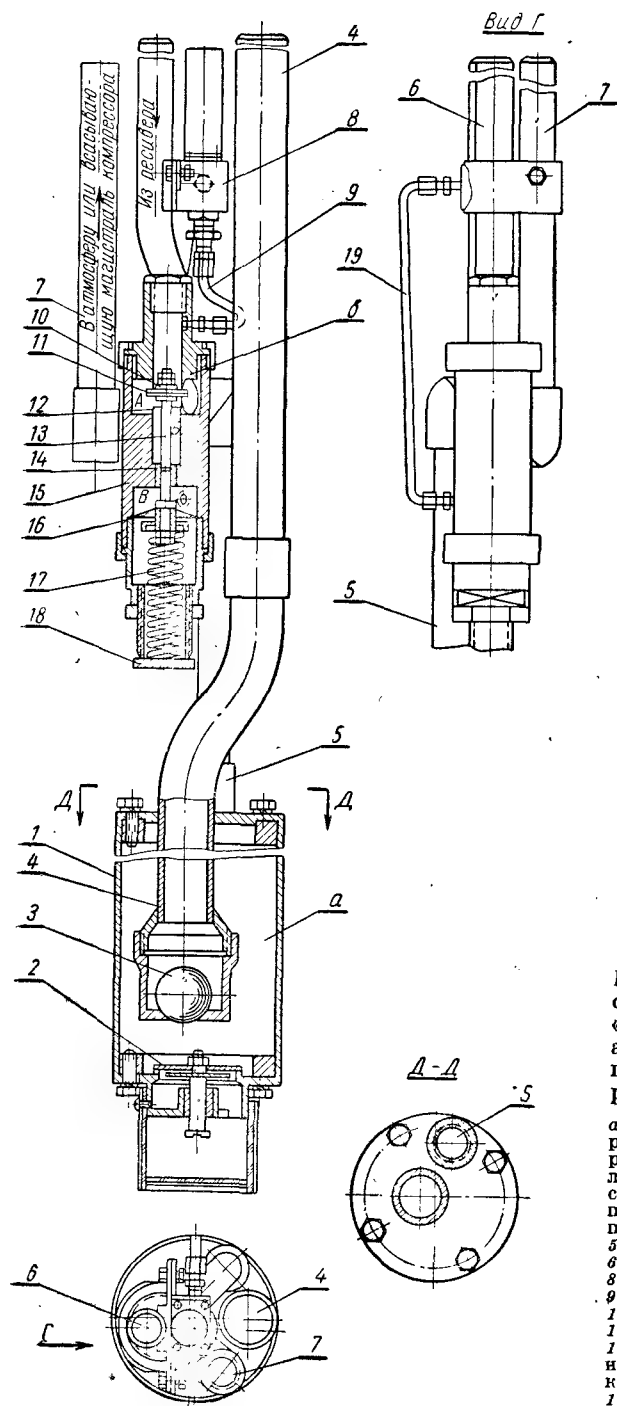


Рис. 84. Пневматический насос агрегата «Вихрь» (ВМП-4М) с автоматическим распределительным устройством:

а — камера насоса; б — распределительное устройство; А, Б и В — полости; 1 — корпус насоса; 2 — всасывающий клапан; 3 — обратный клапан; 4 — напорная труба; 5 — воздушный патрубок; 6 — труба; 7 — патрубок; 8 — регулятор давления; 9 и 19 — трубки; 10 и 12 — седла клапана; 11 — двуслойный клапан; 13 — шток; 14 — уплотнительное кольцо; 15 — корпус; 16 — мембрана; 17 — пружина; 18 — гайка.

Полость А трубкой 9 соединена с регулятором АР-10Б, который трубкой связан с воздушной магистралью, идущей от ресивера. Шток 13 двуслойного клапана 11 передает усилие мембране 16. На шток передается усилие пружины 17, которое регулируют гайкой 18. Изменением затяжки пружины устанавливают момент прекращения подачи сжатого воздуха из ресивера в камеру насоса. Момент начала подачи сжатого воздуха из ресивера в камеру насоса регулируют пружиной регулятора АР-10Б.

Агрегат работает следующим образом. При скоростях ветра до 3—3,5 м/сек ветроколесо с лопастями, установленными на пусковые углы, неподвижно; через перепускное устройство нагнетательные полости компрессора сообщены с атмосферой, поэтому агрегат начинает работать, когда компрессор еще не нагружен. С увеличением скорости воздушного потока колесо начинает вращаться быстрее и грузы под действием центробежной силы постепенно сжимают пусковую пружину. Тяга, а вместе с ней плунжер перемещаются и, когда малая пружина полностью сожмется, отверстие устройства перекроется, и сжатый воздух начнет поступать в верхнюю опору-ресивер и башню.

Когда давление в ресивере достигнет заданной величины, определяемой глубиной водоисточника и потерями напора в магистральных, автоматическое устройство откроет доступ сжатому воздуху в насос, заполненный водой, и на поверхность земли вытеснится порция воды, примерно равная объему насоса. В этот момент вследствие некоторого снижения давления в ресивере устройство закроет доступ воздуха из ресивера в насос, и отработавший воздух выйдет из камеры насоса в атмосферу.

Как только автоматическое устройство перекроет выходную магистраль ресивера, давление в нем начинает возрастать и, когда будет равно давлению открытия клапана устройства, вновь из насоса вытеснится порция воды.

При увеличении скорости ветра выше расчетной, когда вращающий момент ветроколеса будет больше момента сопротивлений нагрузки, скорость вращения возрастает. Под действием центробежной силы грузы сжимают основную пружину регулятора, лопасти поворачиваются на меньшие углы заклинивания так, что величина момента уменьшается, а скорость вращения ограничивается 290—320 об/мин. При снижении скорости ветра и остановке колеса регулятор выводит лопасти в пусковое положение, одновременно открывая перепускное устройство. Давление в цилиндрах падает до нуля, тем самым компрессор разгружается к началу нового запуска.

Благодаря обратному клапану на нагнетательной магистрали давление в ресивере сохраняется, вследствие чего уменьшается расход сжатого воздуха. Принудительно останавливают агрегат вручную. При этом рукоятку поворачивают вниз, до упора в положение «на остановку» и после остановки ветроколеса переводят

ее в положение «на стоянку». Этим обеспечивается надежное аэродинамическое торможение колеса и исключается возможность вращения его в обратном направлении.

Производительность агрегата

Суммарный напор, м	Скорость ветра, м/сек					
	3,5	4	5	6	7	8 и выше
	производительность, м³/ч					
10	0,8	1,8	2,2	2,6	2,7	2,8
20	—	0,6	1,2	1,6	1,7	1,7
30	—	0,5	0,6	0,7	0,75	0,75

ВЕТРОЭЛЕКТРОНАСОСНЫЙ АГРЕГАТ «БЕРКУТ» (ВЭН-4)

Предназначен для механизации подъема воды на отгонных пастбищах и скотопрогонных трассах в районах, характеризующихся среднегодовой скоростью ветра 3,5—7 м/сек.

Этим агрегатом можно поднимать воду из малобитных шахтных колодцев с ограниченным слоем воды (до 0,7 м) и трубчатых колодцев с обсадными трубами диаметром 100 мм и более.

Он может снабдить водой 1—2 отары овец и использоваться также для зарядки аккумуляторных батарей, освещения и радификации помещений чабанских бригад, полевых станов. Для этого к нему может быть придано специальное зарядное устройство.

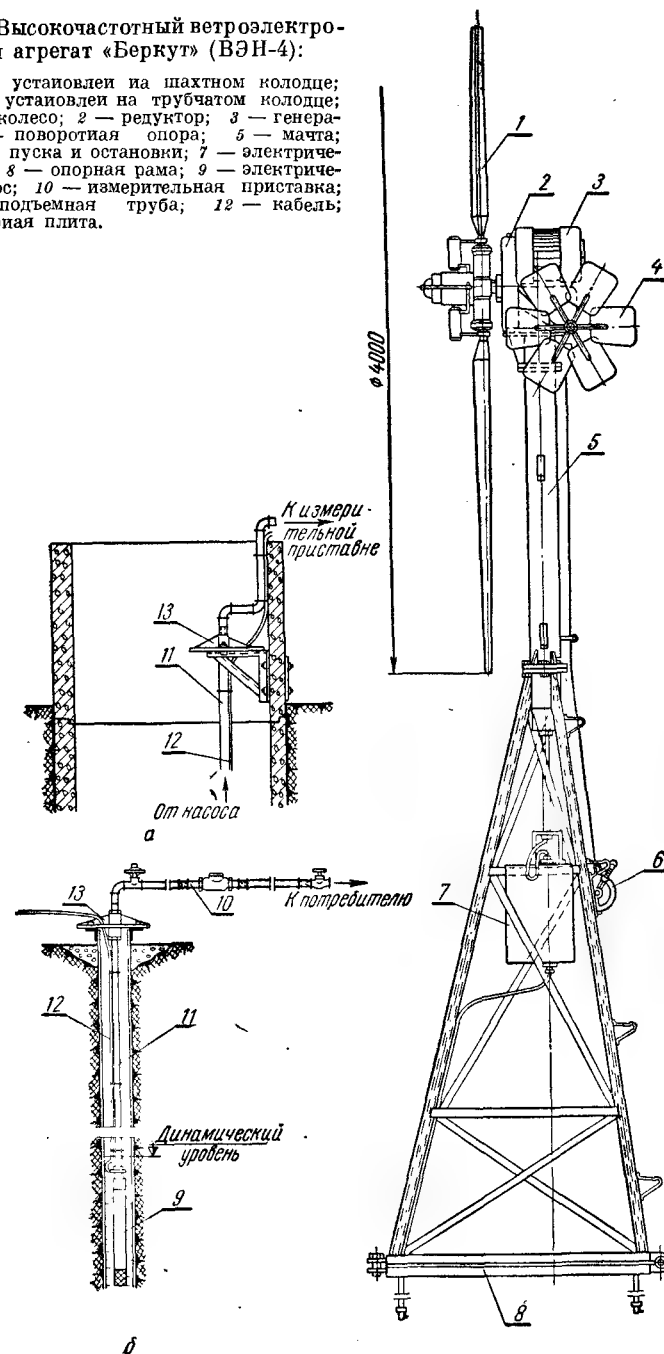
Агрегат «Беркут» состоит из следующих узлов: ветроколеса 1 (рис. 85) с автоматическим регулятором скорости вращения, повышающего редуктора 2, генератора 3, поворотной опоры 4 с виндрозным механизмом автоматической ориентации ветроколеса на ветер, мачты 5 с рычагом 6 пуска и остановки и опорной рамой 8, электрического щита 7 автоматики и защиты агрегата, электрического насоса 9 с измерительной приставкой 10, комплекта водоподъемных труб 11 и питающего шлангового кабеля 12.

Ветроколесо, редуктор, генератор и поворотная опора с виндрозным механизмом ориентации колеса на ветер после сборки образуют головку ветроагрегата.

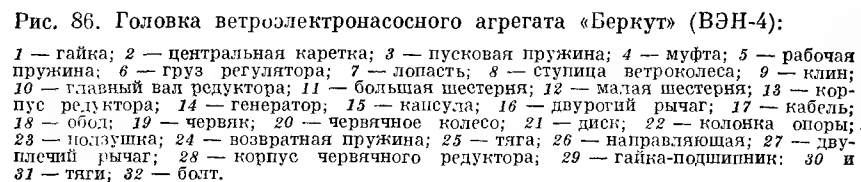
Ветроколесо диаметром 4 м имеет две цельнометаллические полые лопасти 7 (рис. 86)¹, которые закреплены в стальной ступице 8 в закрытых подшипниках одноразовой смазки. Форма лопасти показана на рисунке 87. Ступица закреплена клином 9 на главном валу 10 редуктора (см. рис. 86). В агрегате применена система регулирования скорости вращения, разработанная Е. М. Фатеевым

Рис. 85. Высокочастотный ветроэлектронасосный агрегат «Беркут» (ВЭН-4):

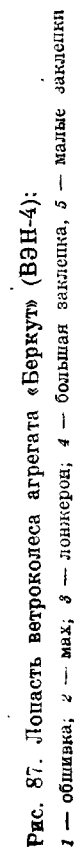
а — насос установлен на шахтном колодце; б — насос установлен на трубчатом колодце; 1 — ветроколесо; 2 — редуктор; 3 — генератор; 4 — поворотная опора; 5 — мачта; 6 — рычаг пуска и остановки; 7 — электрический щит; 8 — опорная рама; 9 — электрический насос; 10 — измерительная приставка; 11 — водоподъемная труба; 12 — кабель; 13 — опорная плита.



¹ С 1966 г. в агрегатах применяют стеклопластиковые прессованные лопасти, обладающие хорошими аэродинамическими качествами и высокой прочностью.



Регулятор состоит из грузов 6, соединенных тягами 30 с центральной кареткой 2, а через нее с пусковой 3 и рабочей 5 пружинами и муфтой 4, скользящей по валу редуктора.



Пружина 5 упирается в ступицу ветроколеса и имеет предварительную затяжку; определяемую положением муфты 4 и гайки-подшипника 29.

Регулятор работает так же, как регулятор агрегатов ВЭ-2М и ВЭС-1-5.

При пуске агрегата детали регулятора занимают положение, показанное на рисунке 86.

Пусковая пружина начинает сжиматься, когда скорость вращения ветроколеса достигнет 140—150 об/мин.

Редуктор одноступенчатый (передаточное число $i = 3,55$) заключен в разъемный алюминиевый корпус 13. Большая шестерня 11 посажена на главный вал 10 на шпонке и застопорена болтом 32. Она вращается в двух закрытых шариковых подшипниках (№ 530209). Малая шестерня 12 вращается также в закрытых шариковых подшипниках (№ 530206). Выходной вал редуктора оканчивается упругой полумуфтой с резиновой звездочкой.

Поворотная опора состоит из плиты, к которой прикреплены обод 18, диск 21, корпус 28 червячного редуктора, направляющая 26 и двуплечий рычаг 27. Обод червячного колеса 20 (закреплен на колонке 22), обод 18 и диск 21 образуют полость, в которой находятся стальные шарики. Все эти детали образуют опорный подшипник. В шариковых подшипниках (№ 203) вращается червяк 19 редуктора (передаточное число $i = 100$) механизма автоматической ориентации на ветер, на консольных концах которого посажены две шестилопастные виндрозы диаметром 0,7 м.

Механизм ручного пуска и остановки включает ползушку 23 с возвратной пружиной 24, связанную тягами 25 с двуплечим рычагом 27 и скользящую по направляющей 26, двурогий рычаг 16, прикрепленный к колонке 22 поворотной опоры. Тросовая тяга, идущая от рычага 27, соединена с рычагом 6 (см. рис. 85) пуска и остановки, закрепленном на мачте. При пуске агрегата рычаг находится в верхнем крайнем положении, трос ослаблен и двурогий рычаг освобожден. Ползушка 23 (см. рис. 86) под действием возвратной пружины опущена и двурогий рычаг 16 тягами 25 повернут против часовой стрелки и выведен из зацепления с капсулой 15. Пружина 5 разжимается, перемещает муфту 4 до упора в гайку-подшипник 29. Благодаря гайке-подшипнику обеспечивается постоянная предварительная затяжка рабочей пружины 5 регулятора. Под действием пусковой пружины 3 каретка 2 отходит от муфты 4 и останавливается в положении, фиксируемом втулкой, поставленной между капсулой и крышкой корпуса редуктора. Это положение соответствует установке лопастей под пусковыми углами 29—31°.

Возвратная пружина выводит рычаг 16 из зацепления с капсулой, и он уже не влияет на работу центробежного регулятора.

При натянутом тросе ползушка под действием рычага 27 перемещается в верхнее положение, сжимает возвратную и рабочую

пружины и устанавливает лопасти на угол «остановки» (-7°), благодаря чему ветроколесо может останавливаться при скорости ветра от 3 до 30 м/сек.

Рычаг 6 (см. рис. 85) снабжен защелкой, фиксирующей положение лопастей ветроколеса на угле «стоянки» ($+0,5^\circ$), в котором они должны находиться после остановки ветроколеса. Для этого необходимо перевести рычаг в крайнее нижнее положение и отпустить его после остановки ветроколеса.

Генератор 14 (см. рис. 86) типа ГВЭН-Т/230-ч/150 трехфазный, с самовозбуждением от твердых выпрямителей. Он присоединен к редуктору с помощью упругой муфты и опирается лапами на подставку с амортизаторами. Кабель 17, идущий от генератора, прикреплен к плите поворотной опоры и пропущен через центральное отверстие направляющей трубки к электрическому щиту.

Генератор снабжен закрытым переходным фланцем и кожухом, закрывающим задний подшипниковый щит.

Мачта 5 (см. рис. 85) свободностоящая, изготовлена в виде трехногой трубчатой усеченной пирамиды с поясами и подкосами из уголков. Она оканчивается фланцем, к которому примыкает верхняя труба мачты. К нижней части мачты трубу крепят с помощью промежуточной диафрагмы, вследствие чего конец трубы жестко соединяется с трехногой частью мачты. Мачта снабжена подножками для подъема на головку ветроагрегата, а в нижней части имеет два полушарнира и проушины для подъема агрегата, крепления его к опорной раме и присоединения подъемной стрелы, придаваемой агрегату. Опорную раму крепят на грунте специальными буравами, а на фундаментах — анкерными болтами.

Электрический щит обеспечивает самовозбуждение генератора на холостом ходу при постоянно подключенном насосе и визуальное наблюдение за работой агрегата, регулирует напряжение по заданному режиму, определяющему наилучшую работу агрегата с переменной скоростью вращения, защищает агрегат от перегрузок и короткого замыкания.

Щит заключен в корпус, на передней крышке которого имеется окно для наблюдения за приборами, лампы освещения приборов, люк для нажатия на кнопки автоматического выключателя и три панели кабельных разъемов для присоединения кабелей генератора, электрического насоса и зарядного устройства. На панели 1 (рис. 88) щита размещены вольтметр 2, амперметр 3, трансформатор 5, угольный регулятор 8, реле 4, полупроводниковые диоды 9, дроссель 7 с выпрямителем 6 и автоматический выключатель 10. На задней части панели смонтированы клеммы щита.

Электрическая схема щита приведена на рисунке 89. Самовозбуждение генератора на холостом ходу и при подключенном электрическом насосе обеспечивается остаточным магнитным полем генератора и трехфазным выпрямителем, выполненным на полупроводниковых диодах. Устойчивое самовозбуждение генератора

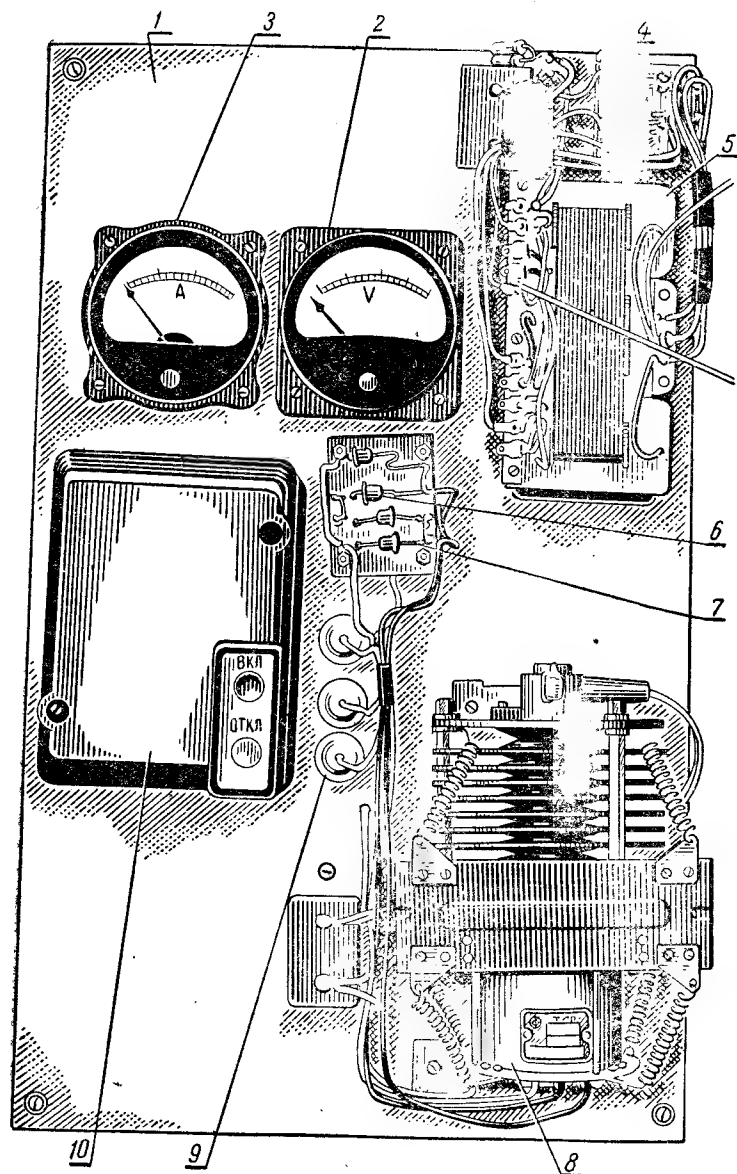


Рис. 88. Электрический щит агрегата «Беркут» (ВЭН-4):

1 — панель; 2 — вольтметр; 3 — амперметр; 4 — реле; 5 — трансформатор; 6 — выпрямитель; 7 — дроссель; 8 — угольный регулятор; 9 — полупроводниковые диоды; 10 — автоматический выключатель.

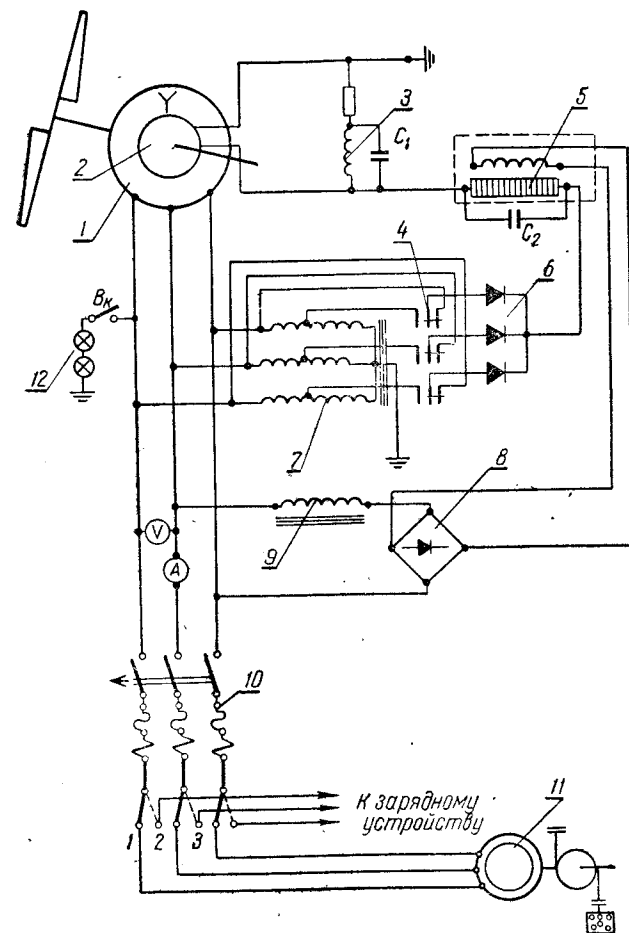


Рис. 89. Электрическая схема агрегата «Беркут» (ВЭН-4):

1 — генератор ГВЭН2-Т/230-ч/150; 2 — обмотка возбуждения генератора; 3 — обмотка реле; 4 — контакты реле; 5 — угольный регулятор напряжения; 6 — выпрямитель; 7 — трансформатор; 8 — выпрямитель; 9 — дроссель; 10 — автомат АП-50; 11 — электронасос 2 ВЭН4-2,0×45-8500; 12 — осветительная лампа. B_K — выключатель; C_1 и C_2 — емкости.

осуществляется на частотах от 90 до 165 гц как на холостом ходу, так и при работе насоса, а напряжение изменяется по закону $\frac{U}{f} = \text{const}$, где U — напряжение генератора, ϵ ; f — частота тока.

Электрический насос имеет электродвигатель 1 (рис. 90), на консольном валу которого расположены два рабочих колеса

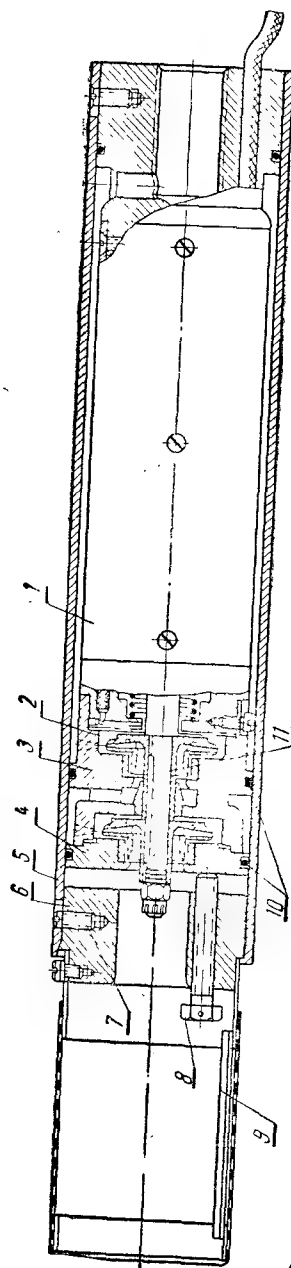


Рис. 90. Высокооборотный погружной электрический насос 2ВЭН4-2,0×45-8500:

1 — электродвигатель; 2 — рабочее колесо насоса; 3 — диффузор; 4 — лабиринтное уплотнение; 5 — труба корпуса насоса; 6 — передняя стенка; 7 — упор; 8 — болт; 9 — фильтр; 10 — уплотняющие кольца; 11 — вал электродвигателя.

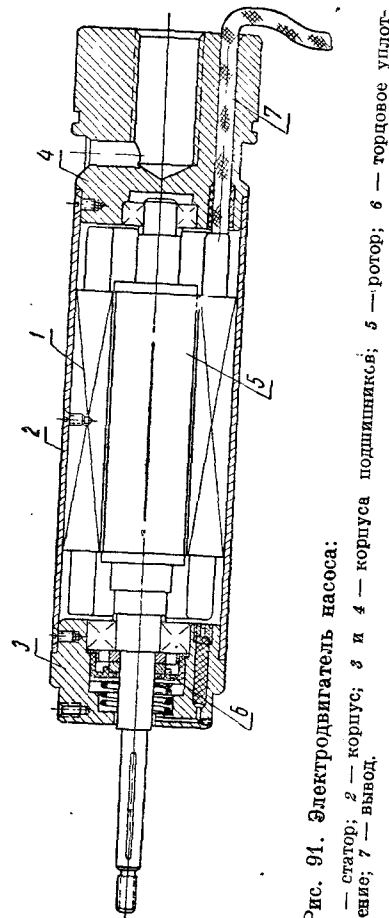


Рис. 91. Электродвигатель насоса:

1 — статор; 2 — корпус; 3 и 4 — корпуса подшипников; 5 — ротор; 6 — торцовое уплотнение; 7 — вывод.

2 насоса. К корпусу насоса примыкает диффузор 3 и лабиринтное уплотнение 4. Электродвигатель и рабочие узлы насоса размещены в трубе 5 корпуса, зафиксированы с помощью передней стенки 6 и упоров 7, входящих в фигурные пазы корпуса, и тремя болтами 8. К передней стенке насоса прикреплен корпус фильтра 9 с сеткой. В пазы лабиринта и диффузора и в паз корпуса заднего подшипника установлены уплотняющие резиновые кольца 10. Вода, подаваемая насосом, проходит между корпусом электродвигателя и трубчатым корпусом и через отверстия в корпусе заднего подшипника поступает в напорный патрубок.

Статор 1 (рис. 91) электродвигателя помещен в трубчатом корпусе 2, в котором укреплены передний 3 и задний 4 корпуса подшипников.

Ротор 5 вращается в шариковых подшипниках, передний из которых воспринимает осевую нагрузку работающего насоса. Подшипники могут быть выполнены скользящими из неметаллических материалов.

Торцовое, самоподжимающееся уплотнение переднего корпуса предохраняет внутреннюю полость двигателя, залитую чистой водой, от попадания грязной перекачиваемой воды.

Напорная труба соединена с корпусом заднего подшипника.

Для крепления электрического насоса в трубчатом и шахтном колодцах служит опорная плита 13 (см. рис. 85) с измерительной приставкой 10. Назначение приставки — обеспечить настройку режима работы насоса в зависимости от залегания воды в колодце и дебита водоисточника.

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОДОПОДЪЕМНЫЙ АГРЕГАТ ВЭВ-1-6

Предназначен для механизации подъема воды из мелкотрубчатых и шахтных колодцев на отгонных пастбищах, скотопрогонных трассах и мелких фермах, с потреблением до 10—15 м³ воды в сутки.

Воду поднимают с помощью погружного электрического насоса или электрического насоса, плавающего на понтоне.

Агрегат ВЭВ-1-6 состоит из ветроколеса 1 (рис. 92), повышающего редуктора 2*, синхронного трехфазного генератора 3, станции 7 управления и центробежного электрического насоса. Головка агрегата включает в себя виндрозный механизм 4 автоматической ориентации ветроколеса на ветер и механизм 5 пуска и остановки. Головка опирается на башню 6, закрепленную на фундаментах 8.

* В настоящее время готовят к выпуску агрегат ВЭС-1,5-6 без редуктора с магнитоэлектрическим низкооборотным генератором, на валу которого посажено ветроколесо.

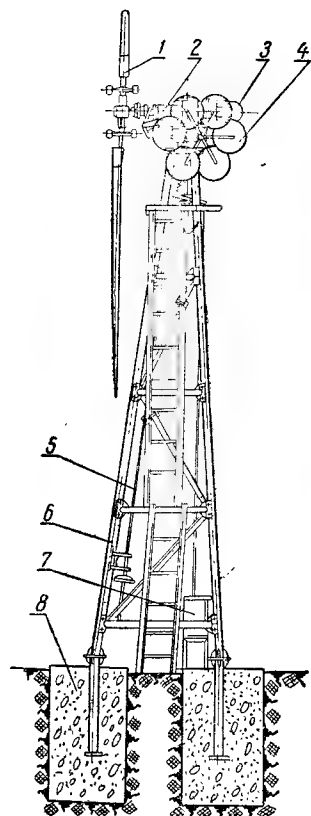


Рис. 92. Ветроэлектронасосный агрегат ВЭВ-1-6:

1 — ветроколесо; 2 — редуктор; 3 — генератор; 4 — виндрозный механизм установки на ветер; 5 — механизм ручного пуска и остановки; 6 — башня; 7 — станция управления; 8 — фундамент.

ую пружины рычагом, который тросом связан с лебедкой пуска и остановки.

Редуктор 2 (рис. 94) является основой головки агрегата. На главном валу редуктора установлено ветроколесо 1, к корпусу редуктора прикреплен генератор 3, а снизу редуктора — механизм 4 автоматической установки на ветер с виндрозой.

Редуктор повышающий, двухступенчатый, с цилиндрическими прямозубыми стальными шестернями. Общее передаточное число $i = 13,56$.

Движение от главного вала 1 (рис. 95), вращающегося в шариковых подшипниках № 214, передается выходному валу с шестер-

Ветроколесо диаметром 6 м быст-роходное, двухлопастное. Цельнометаллические лопасти 1 (рис. 93) закреплены во втулке 6 на трех шариковых подшипниках. Как и в агрегате «Беркут» (ВЭН-4), в этом ветроэлектрическом агрегате применена центробежно-аэродинамическая система автоматического регулирования скорости вращения с поворотом лопастей в сторону уменьшения углов установки. Для пуска ветроагрегата при оптимальном пусковом угле установки лопастей применяют автоматическое устройство.

Регулятор состоит из грузов 5, муфты 4 с тягами 2 и двух пружин — пусковой 9 и рабочей 10. Муфта и тяги кинематически связывают две лопасти и осуществляют их синхронный поворот.

Регулятор агрегата ВЭВ-1-6 работает так же, как регулятор агрегатов ВЭ-2М, ВЭС-1-5 и «Беркут» (ВЭН-4).

Пусковая пружина сжимается при достижении скорости, равной 30% от расчетной скорости вращения ветроколеса.

Номинальная скорость вращения ветроколеса (220 об/мин) достигается при скорости ветра 6—7 м/сек. При изменении скорости ветра от 6—7 до 25 м/сек скорость вращения ветроколеса поддерживается в пределах 220—250 об/мин.

Принудительно останавливают ветроагрегат, сжимая рабочую и пус-

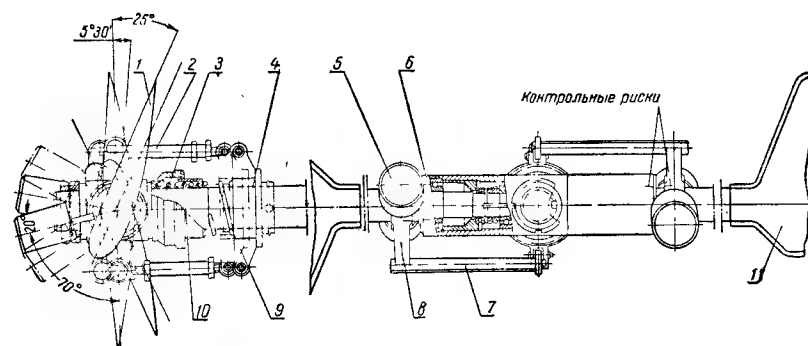


Рис. 93. Ветроколесо агрегата ВЭВ-1-6:

1 — лопасть; 2 — тяга; 3 — стакан; 4 — муфта; 5 — груз регулятора; 6 — втулка; 7 — палец; 8 — державка; 9 — пусковая пружина; 10 — рабочая пружина.

ней 5 и полумуфтой 4 через две пары шестерен 6 и 2, 3 и 5. Промежуточный вал с шестерней 2 вращается в шариковых подшипниках № 209, а выходной вал с шестерней 5 — в подшипниках № 209 и 207.

Механизм автоматической ориентации на ветер имеет виндрозу 1 (рис. 96) в виде шестилопастного ветроколеса диаметром 1 м. Вращение виндрозы, возникающее при изменении направления ветра, передается через промежуточную червячную пару 2 и 3 (передаточное число $i = 29$) основному червяку 4, который может обкатываться вокруг неподвижно прикрепленного

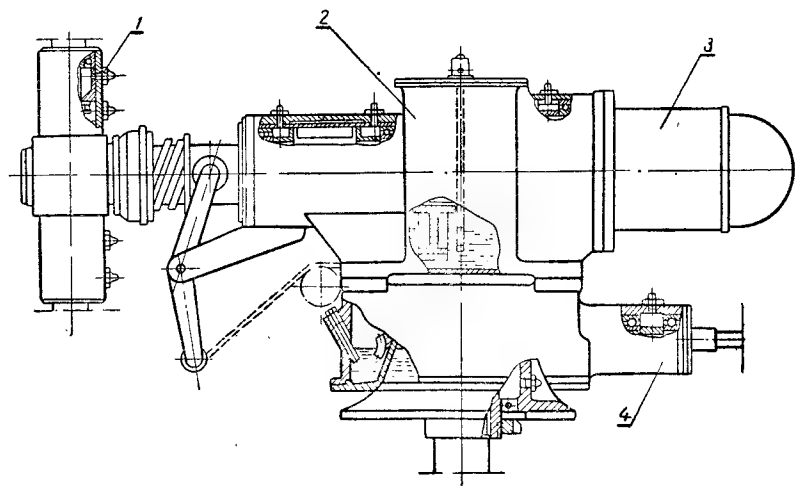


Рис. 94. Головка агрегата ВЭВ-1-6:

1 — ветроколесо; 2 — редуктор; 3 — генератор, 4 — механизм установки на ветер.

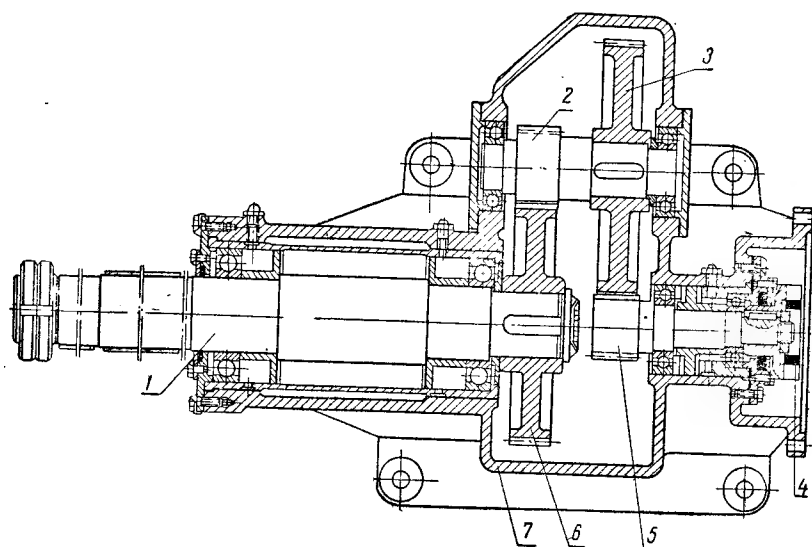


Рис. 95. Редуктор агрегата ВЭВ-1-6:

1 — главный вал; 2, 3, 5 и 6 — шестерни; 4 — полумуфта; 7 — корпус.

к башне червячного колеса 5 ($i = 81$) и устанавливать ветроколесо на ветер.

Червячные пары и подшипники 7 смазываются жидкой смазкой, заливаемой в картер, в котором имеется щуп контроля уровня смазки.

Башня 6 (см. рис. 92) представляет собой трубчатую трехгранную коническую ферму с подкосами и четырьмя поясами. К нижним концам ног башни приварены фланцы, два из которых имеют проушины для шарниров, используемых при подъеме ветродвигателя.

Башня снабжена лестницами для подъема обслуживающего персонала и балконом для удобства работы наверху.

Ноги башни прикреплены к фундаментным ногам, заливаемым в бетонные опоры.

К одной из ног башни крепят винтовую лебедку механизма ручного пуска и остановки агрегата, трос от которой идет к нижнему рычагу остановки, соединенному с тросом верхнего рычага и возвратной пружиной, исключающей воздействие веса троса на работу регулятора.

Генератор синхронный, трехфазный, закрытый, с естественным обдувом воздушным потоком. В статоре две обмотки — силовая и дополнительная. Последняя обеспечивает самовозбуждение генератора. Для улучшения самовозбуждения индуктор снабжен

двумя постоянными магнитами, помещенными между катушками полюсов ротора. Вал генератора соединен упругой муфтой с выходным валом редуктора, а генератор — 12-жильным кабелем (РШМ-12×1,5) со станцией управления.

Станция управления выполнена по электрической схеме (рис. 97), обеспечивающей автоматическое возбуждение генератора, включение электрического насоса при возникновении рабочей скорости ветра, а также защиту генератора от перегрузок, внешних и внутренних коротких замыканий. Генератор возбуждают вручную кнопкой КВ и автоматически при помощи реле 1РП или 2РП, которые получают питание от выпрямителя ВВА.

При пуске агрегата включают выключатели нагрузки ВН и автоматики ВА. Когда скорость ветра мала или ветроколесо еще не развило необходимой скорости вращения, генератор не возбужден и в обмотки реле ток не поступает. При возрастании скорости ветра и скорости вращения генератора наступает быстрое самовозбуждение и поочередно срабатывают реле 1РП и 2РП, силовая обмотка отключается от дополнительной и включается электрический насос — агрегат начинает подавать воду. При снижении частоты до 25—30 гц генератор теряет возбуждение — насос останавливается. При отладке схемы реостат СПД устанавливают

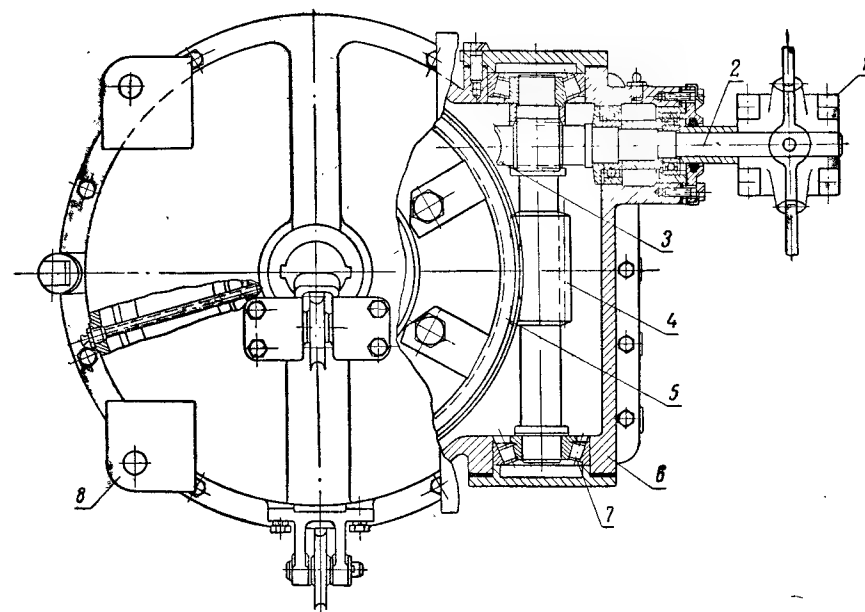


Рис. 96. Механизм автоматической ориентации на ветер:

1 — виндроза; 2 — червяк промежуточного редуктора; 3 — червячное колесо; 4 — основной червяк; 5 — червячное колесо; 6 — корпус редуктора; 7 — подшипник; 8 — лапы крепления редуктора.

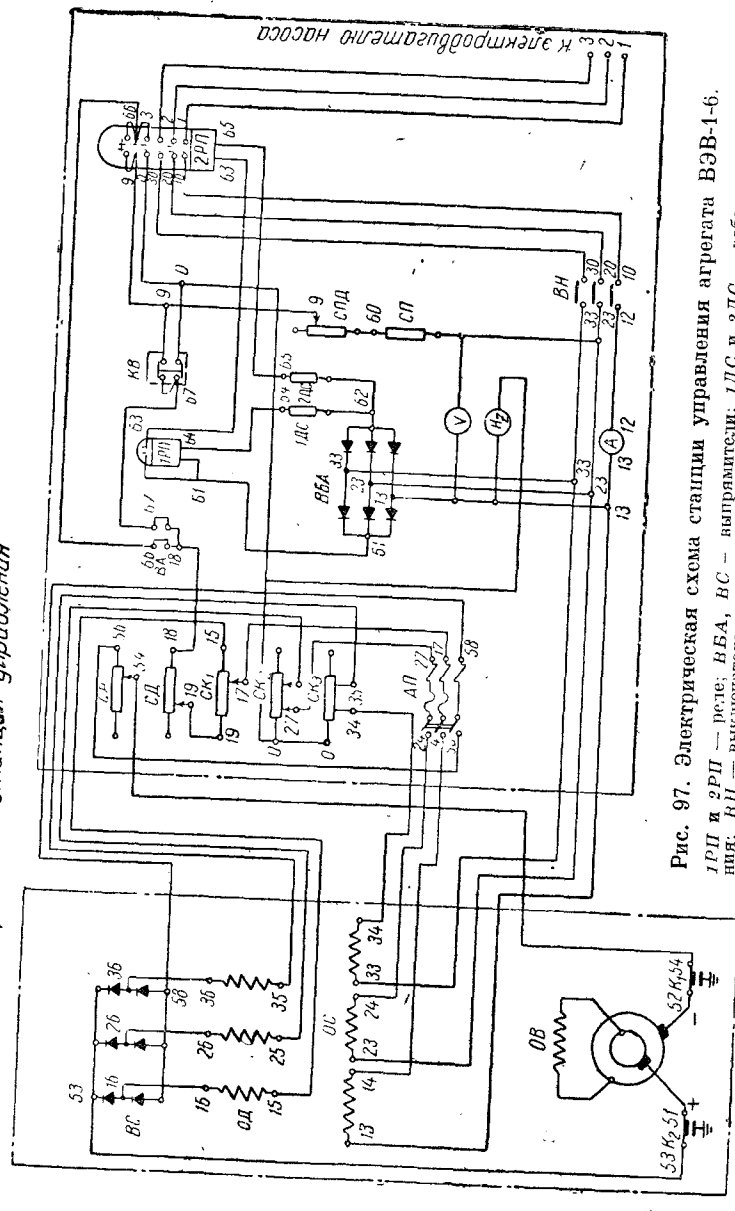


Рис. 97. Электрическая схема станции управления агрегата ВЭВ-1-6.
1РП и 2РП — реле; ВБА, ВС — выпрямители; 1ДС и 2ДС — добавочные сопротивления; КВ — выключатель нагрузки; ВА — выключатель автоматики; СПД — релостат; КД — кнопка включения воздушной; АП — автоматический выключатель; ОД — добавочная обмотка генератора; ОС — силовая обмотка генератора; СР, СД, СК₁, СК₂ и СК₃ — регулирующие сопротивления; ОВ — обмотка возбуждения генератора.

так, чтобы самовозбуждение генератора наступало при 2600 — 2700 об/мин генератора.

При возбуждении генератора с помощью кнопки **КВ** выключатель автоматики **ВА** должен быть отключен.

Станция управления выполнена в виде запирающегося металлического шкафа с дверкой. Ее можно устанавливать на открытом воздухе под ветроагрегатом на металлической подставке.

В настоящее время конструкцию ветронасосного агрегата ВЭВ-1-6 изменяют, чтобы вместо обычного генератора и редуктора установить тихоходный генератор с приводом от ветроколеса.

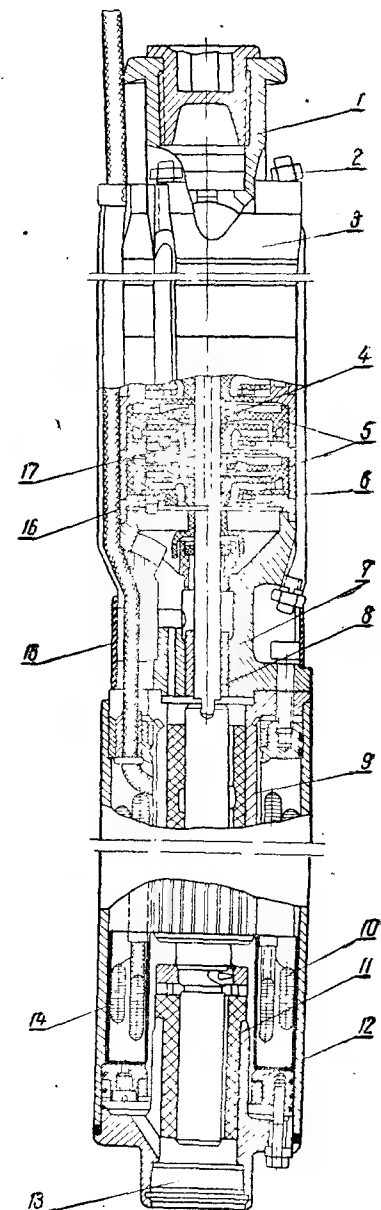
Одновременно для повышения устойчивости работы и пуска электрического насоса мощность генератора повышают до 1,5 квт.

Для работы с ветроагрегатом ВЭВ-1-6 могут быть использованы в зависимости от типа водосточника (трубчатый или шахтный колодец) два насоса: погружной электрический насос ЭЦНВ4-1,6 × 85 и насос ПН-Ю, плавающий на поплавке.

Насос ЭЦНВ4-1,6 × 85 предназначен для подъема воды из трубчатых колодцев с обсадными трубами диаметром 100 мм и более или из шахтных колодцев, имеющих слой воды не менее 1,7—2,0 м. Насос центробежный, многоступенчатый, секционный, вертикальный, с закрытыми лопастными колесами одностороннего входа.

Рис. 98. Насос ЭЦНВ4-1,6 × 85:

1 — головка насоса; 2 — гайка; 3 — передний фланец; 4 — распорная втулка; 5 — направляющие аппараты; 6 — корпус секций насоса; 7 — всасывающая секция; 8 — подшипниковая втулка насоса электродвигателя; 9 и 11 — подшипниковые втулки; 10 — статор; 12 — уплотняющее кольцо; 13 — компенсатор; 14 — цилиндрический экран; 15 — фильтр; 16 — лопастное колесо насоса; 17 — опорное кольцо.



Он состоит из пластмассовых корпусов 6 (рис. 98) секций, направляющих аппаратов 5 и лопастных колес 16. Секции размещены между головкой 1 и всасывающей секцией 7 и стянуты стальными полосами с гайками 2.

Осевая сила и вес вращающихся деталей ротора насоса воспринимаются сменным опорным кольцом 17. Вал насоса вращается в подшипниковых втулках 8, выполненных из графитизированной резины, охлаждаемой перекачиваемой водой.

В верхней части насоса помещен обратный клапан. Головка 1 имеет резьбу для присоединения напорной трубы. Во всасывающей секции 7 входные отверстия закрыты металлической сеткой — фильтром 15 для защиты колес от крупных абразивных частиц. К этой секции шпильками прикреплен статор 10 электродвигателя, вал которого шлицами соединяется с валом насоса.

Трехфазный короткозамкнутый асинхронный водозаполненный двигатель ПЭДГ имеет статорную обмотку, изолированную от воды цилиндрическим экраном 14.

Ротор электродвигателя вращается в подшипниковых втулках 11. Полость насоса уплотняется кольцом 12.

Расчетный напор насоса составляет 85 м при производительности 1,6—1,8 м³/ч. Однако этот насос, работая вместе с ветро-

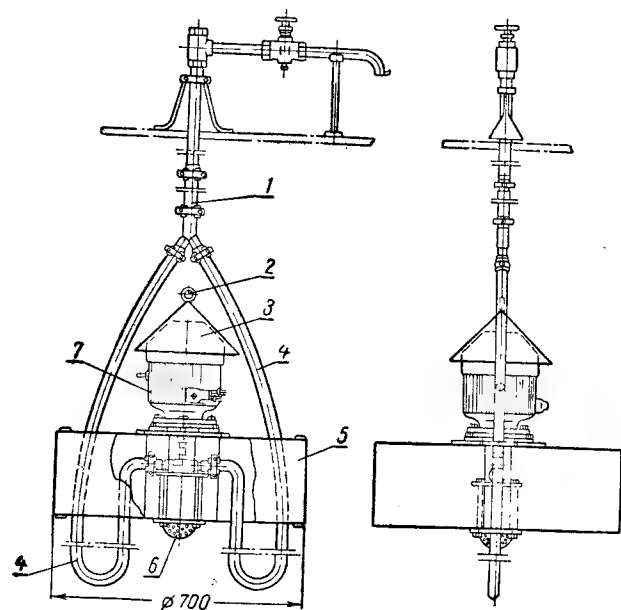


Рис. 99. Плавающий электронасос ПН-Ю:

1 — напорная труба; 2 — рым; 3 — колпак; 4 — водопроводный шланг; 5 — понтон; 6 — центробежный насос; 7 — электродвигатель.

агрегатом, может устойчиво подавать воду только с глубины до 40—45 м.

Производительность агрегата м³/ч

Показатели	Скорость ветра, м/сек			
	4	5	6	7 и выше
Производительность агрегата с насосом ЭЦНВ-4 при напоре 40 м	0,05	0,4	1,3	1,9
То же, с насосом ПН-Ю при напоре 10—15 м	0,1	1,0	2,5	3,0

Насос ПН-Ю предназначен для подъема воды из шахтных колодцев глубиной до 15 м со слоем воды не менее 0,5 м. Насос состоит из понтона 5 (рис. 99), на котором установлен вертикальный закрытый короткозамкнутый асинхронный электродвигатель 7 мощностью 1 кВт. От вала двигателя приводится во вращение центробежный насос 6. Напорные патрубки насоса соединены шлангами 4 с тройником напорной трубы 1.

Понтон выполнен металлическим, полым, из двух отсеков. Электродвигатель защищен от прямого попадания воды колпаком 3. Насос опускают в колодец с помощью троса, закрепляемого за рым 2. В качестве напорной трубы используют газовые трубы диаметром 1".

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ ВЭА-1

Предназначен для зарядки аккумуляторной батареи типа 3-СТ-70 емкостью 70 а.ч и питания потребителей.

Агрегат состоит из ветрового винта 1 (рис. 100), головки 2 с электрическим ге-

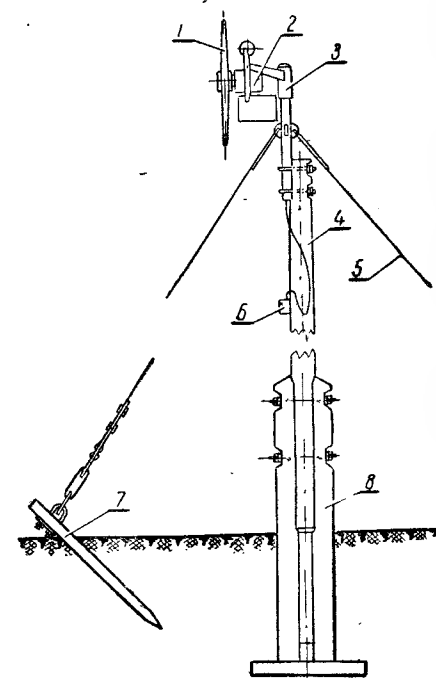


Рис. 100. Ветроэлектрический агрегат ВЭА-1:

1 — ветровой винт; 2 — головка; 3 — вертикальный оголовок; 4 — столб; 5 — растяжка; 6 — переходная коробка; 7 — якорь; 8 — па-сынки.

нератором, вертлюжного оголовка 3 с отсеком мачты, столба 4 с растяжками 5, переходной коробки 6 и электрического щитка. В комплект агрегата входит аккумуляторная батарея.

Ветровой винт 1 (рис. 101) диаметром 1 м деревянный, с латунной окантовкой передней кромки. Подвеска 4, сделанная из штампованной листовой стали толщиной 3 мм, прикреплена шарнирно к кронштейну 6, имеет противовес 3 и стабилизатор 11. Стабилизатор способствует более точной установке ветроколеса

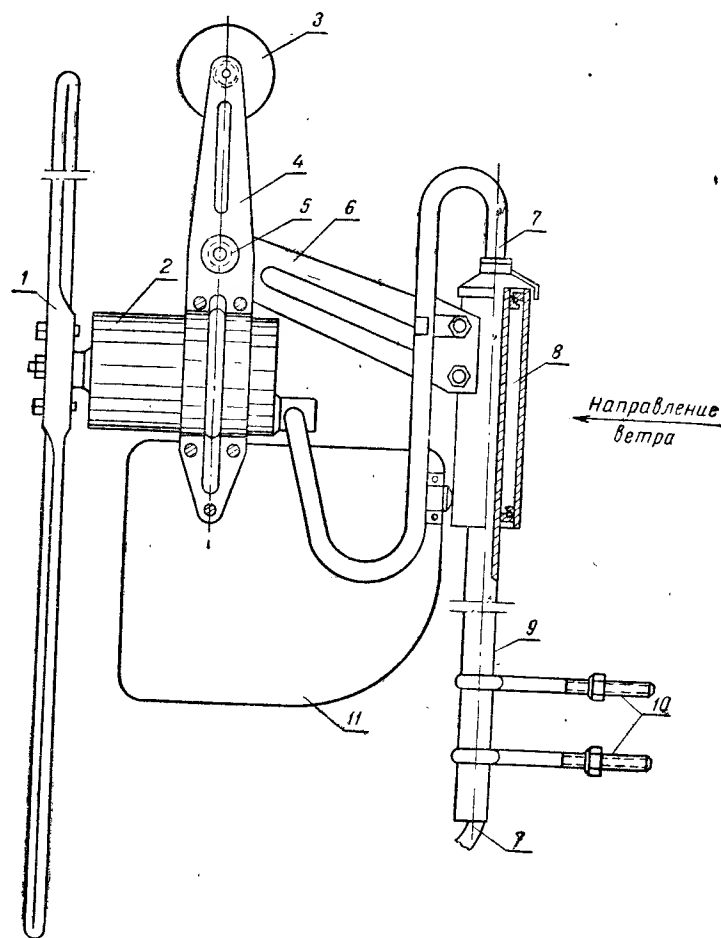


Рис. 101. Головка агрегата ВЭА-1:

1 — ветровой винт, 2 — генератор; 3 — противовес; 4 — подвеска; 5 — ось; 6 — кронштейн; 7 — кабель; 8 — вертлюг; 9 — трубчатая мачта; 10 — болты; 11 — стабилизатор.

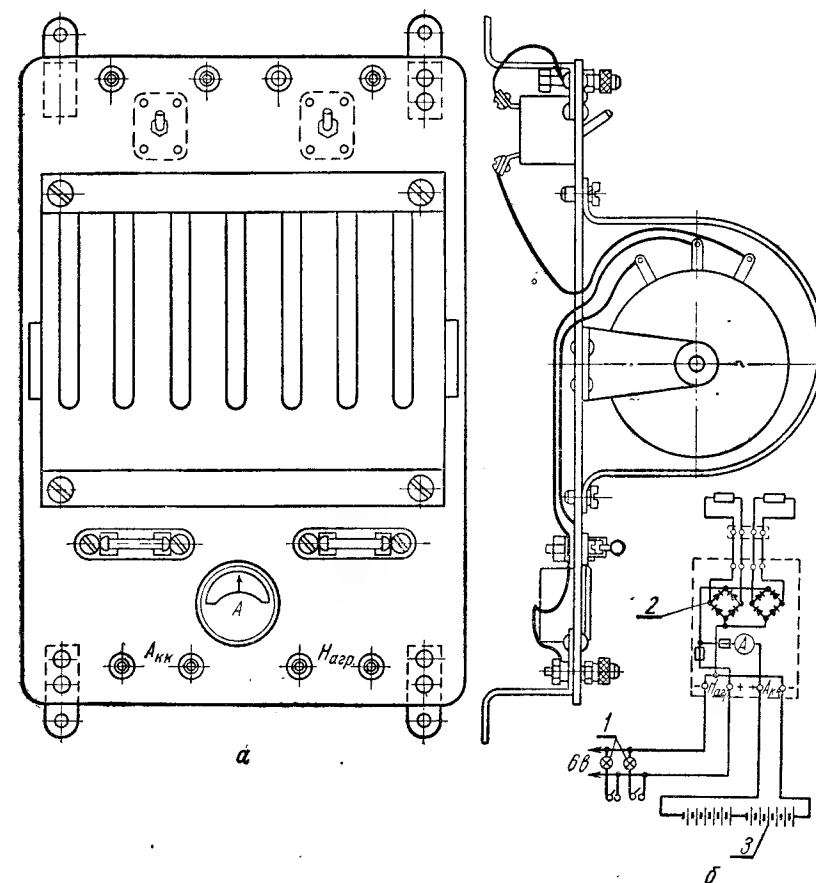


Рис. 102. Электрический щиток агрегата ВЭА-1:

а — устройство щитка; б — электрическая схема агрегата ВЭА-1; 1 — лампы 6 в, 6 св; 2 — выпрямитель; 3 — аккумуляторная батарея.

на ветер, а противовес частично уравнивает вес генератора. Кронштейн 6 болтами соединен с вертлюгом 8, который имеет две опоры с насыпными шариками. Отсек трубчатой мачты присоединен двумя болтами 10 к столбу опоры. Сквозь трубу вертлюга пропущен четырехжильный кабель 7 генератора, идущий к переходной коробке на столбе.

Мощность и скорость вращения генератора зависят от сил лобового давления, действующих на вращающееся ветроколесо (ветровой винт) и поворачивающих его вместе с генератором вокруг оси 5 в вертикальной плоскости.

Силам лобового давления ветра противодействует вес генератора, который частично уравновешен противовесом 3.

Головка включает электрический генератор 2, собранный из двух мотоциклетных магнитоэлектрических генераторов Г-37 однофазного переменного тока. Оба генератора мощностью 30 *вт* и напряжением 6 *в* работают параллельно, вследствие чего полностью используется мощность, развиваемая ветровым винтом.

Магнитные звездочки роторов генераторов смещены одна относительно другой на 0,5 полюсного деления, благодаря чему снижается момент сопротивления при трогании с места ветрового колеса.

Электрический щиток, схема которого приведена на рисунке 102, состоит из селенового выпрямителя, собранного из шайб диаметром 100 *мм*, зажимов генераторного кабеля и кабеля нагрузки, предохранителя и приборов контроля за работой агрегата.

Столб (опора) агрегата делают высотой от 4 до 8 *м* в зависимости от условий его установки.

Зависимость эксплуатационных показателей агрегата ВЭА-1 от скорости ветра приведена в таблице 9.

Таблица 9

Показатели	Скорость ветра, м/сек									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Мощность на зажимах генератора, <i>вт</i>	3,0	4,0	10,0	27,0	31,0	35,0	42,0	50,0	60,0	
Мощность выпрямленного тока, <i>вт</i>	2,0	3,0	9,0	18,0	20,0	23,0	26,0	31,0	36,0	
Напряжение выпрямленного тока, <i>в</i>	6,9	7,0	7,4	8,0	7,7	7,7	7,8	7,9	8,0	
Скорость вращения генератора, <i>об/мин</i>	100	300	540	800	1050	1280	1420	1520	1600	

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ Д-4 (КОНСТРУКЦИЯ ВИЭСХ)

Предназначен для питания колхозных радиоузлов, освещения небольших животноводческих ферм, помещений полевых станций, чабанских бригад и для зарядки аккумуляторных батарей.

Агрегат состоит из быстрогоходного двухлопастного ветроколеса 1 (рис. 103, см. вкладку в конце книги) диаметром 4 *м* с регулятором скорости вращения, повышающего одноступенчатого редуктора 2, генератора 3, опоры 4 с хвостом 5, опорного столба 6 с растяжками 7 и рычагом 8 механизма ручного пуска и остановки, электрического щитка для зарядки аккумуляторной батареи.

Ветроколесо с редуктором и генератором составляет головку агрегата.

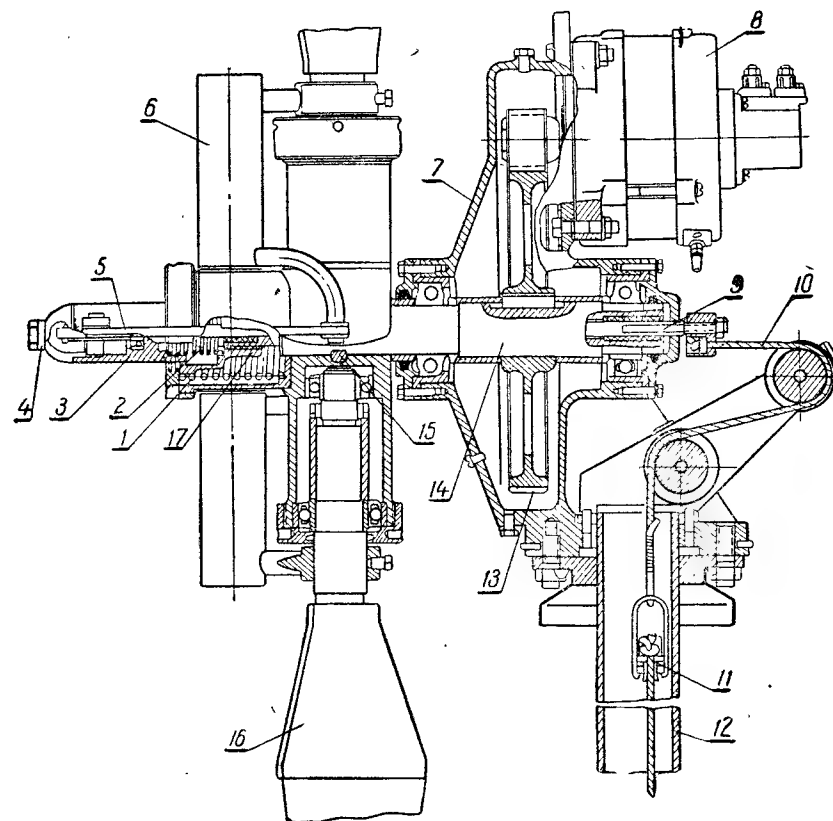


Рис. 104. Головка агрегата Д-4 ВИЭСХ:

1 — рабочая пружина регулятора; 2 — пусковая пружина; 3 — муфта; 4 — защитный станок; 5 — шатун; 6 — груз регулятора; 7 — корпус редуктора; 8 — генератор; 9 — тяга; 10 — трос; 11 — вертлюг; 12 — хвостовик; 13 — большая шестерня редуктора; 14 — главный вал; 15 — шпонка-клин; 16 — ветроколесо; 17 — муфта.

Ветроколесо 16 (рис. 104) и регулятор скорости вращения такие же, как у ветронасосных агрегатов «Беркут» и «Вихрь».

Редуктор одноступенчатый, с передаточным числом $i = 5,5$. Большая шестерня 13 посажена на главном валу 14 редуктора на шпонке и вращается в двух закрытых шариковых подшипниках, закрепленных в разъемном корпусе 7 из алюминиевого сплава АЛ-9.

Редуктор прикреплен к наконечнику опоры с помощью хвостовика 12, имеющего трубу и фланец. На корпусе редуктора выполнены ушко и приливы для крепления растяжки хвоста 5 (см. рис. 103). Оперение трапециевидной формы, повышающее аэродинамические качества хвоста. Наконечник, предназначенный

для крепления головки к опорному столбу, имеет опорные кольца и втулки из текстолита, образующие опорный и поворотный подшипники головки. Окна в трубе и ролики предназначены для пропускания кабеля генератора и троса механизма пуска и остановки.

Хвостовик прикреплен лапами к опорному столбу: деревянному на пазниках или железобетонному.

Генератор. В агрегате используют автобусный генератор Г-2Б мощностью 750 *вт*, такой же, как и в ветронасосном агрегате 2ВПЛ-4.

Электрический щиток выполнен в виде закрытого шкафа, в котором смонтирована панель с приборами и аппаратами.

Электрическая схема щитка агрегата Д-4 подобна схеме электрического щитка ветроводоподъемного агрегата «Буран» (2ВПЛ-4М). Питание цепей напряжения реле РР-5 осуществляется от вспомогательного выпрямителя.

Агрегат Д-4 может работать вместе со свинцовой аккумуляторной батареей емкостью от 128 до 250 *а. ч.*, напряжением 12 *в.*

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ ВЭ-5

Агрегат ВЭ-5 работает в системе питания катодной защиты магистральных газопроводов. Он состоит из следующих основных узлов: двухлопастного ветрового винта 1 (рис. 105) диаметром 5 м с регулятором 2, механизма пуска и остановки агрегата, одноступенчатого редуктора 3, генератора 21, хвоста 19, вертикальной опоры 8, башни 7 и электрического щитка.

Ветровой винт со втулкой 1 (рис. 106) закреплен на валу редуктора клином 2. Лопасти винта пустотелые, обшиты листовой сталью. Комлевая часть каждой лопасти заканчивается стальным стержнем — махом 3, который закреплен во втулке на двух шариковых подшипниках. В агрегате применен регулятор, в котором лопасти в отличие от ранее описанных агрегатов поворачиваются в сторону увеличения угла установки («по потоку»).

Грузы регулятора закреплены двумя стопорными болтами 4 на державке 5, надетой на мах. Передний груз 6 имеет поводок с папкой, через которую центробежная сила грузов шатунами 8 передается колпаку 9 и пружине 10. На конце штока 11 управления, пропущенного через отверстие в главном валу 13 редуктора и две текстолитовые втулки 12, помещен колпак. На другом конце штока имеется упорный шариковый подшипник, который, упираясь через втулку 14 (см. рис. 105) в конец вала, фиксирует положение штока, затяжку пружины и угол установки лопастей до начала действия механизма регулирования. При достижении ветроколесом номинальной (расчетной) скорости вращения центробежные силы грузов преодолевают упругость пружины, сжимают ее

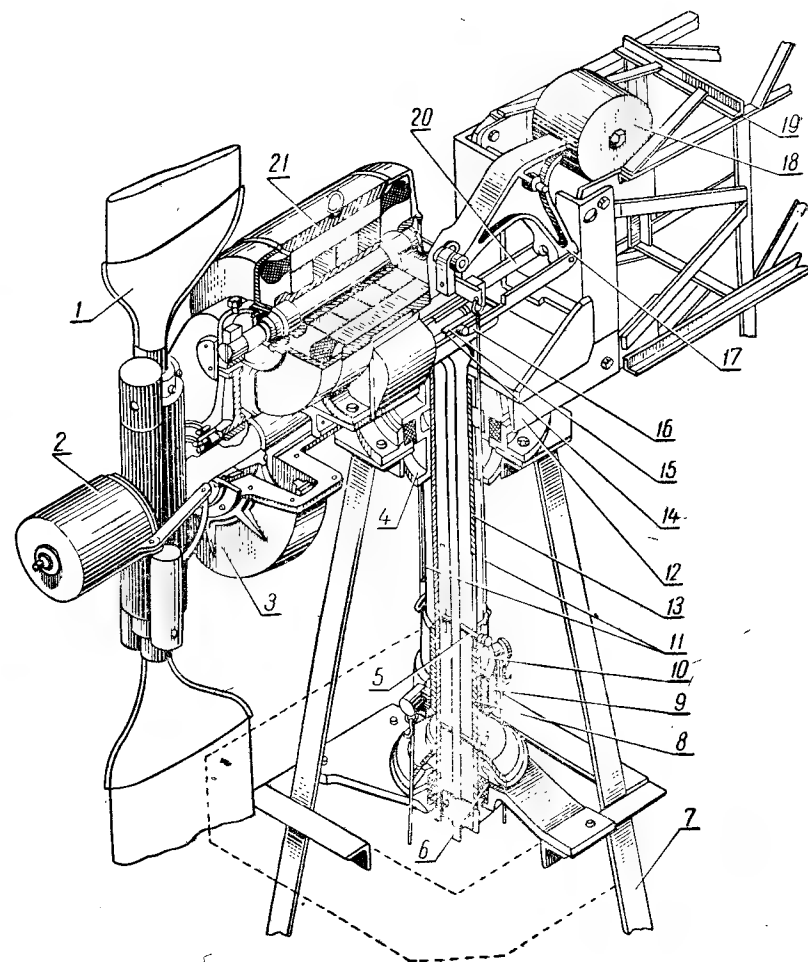


Рис. 105. Ветроэлектрический агрегат ВЭ-5:

1 — ветровой винт; 2 — центробежный регулятор; 3 — редуктор; 4 — опорный фланец; 5 — рычаг; 6 — вкладыш; 7 — башня; 8 — вертикальная опора; 9 и 10 — вертикальные муфты; 11 — тяга; 12 — швеллер; 13 — вертикальная труба; 14 — втулка; 15 — поршень; 16 — стакан; 17 — трехплечий рычаг; 18 — груз; 19 — хвост; 20 — шатун; 21 — генератор.

и повертывают лопасти в сторону увеличения угла — мощность и скорость вращения уменьшаются. При снижении скорости вращения лопасти повертываются в другую сторону.

Механизм пуска и остановки состоит из системы рычагов, троса и лебедки. При помощи их через шток регулятора можно повернуть лопасти вразрез ветру (флюгерное положение) и остановить винт. В механизме имеются стакан 16 и поршень 15, через

который проходит шток регулятора с втулкой 14. Упорный подшипник находится в стакане, а поршень прижат к прорезям стакана двумя шатунами 20, соединяющими поршень с вертикальным плечом трехплечевого рычага 17. На горизонтальном плече рычага имеются груз 18, уравнивающий вертикальные муфты 9 и 10, две тяги 11 и тросы, идущие от рычага к лебедке. Тяги прикреплены к рычагу 5, вращающемуся вместе с головкой при установке ее на ветер. Верхняя вертикальная муфта 10 не вращается. Ее тяги соединены с коромыслом, от которого трос через два ролика идет к лебедке управления, состоящей из червяка, червячного колеса с барабаном, рукоятки и упора, ограничивающего натяжение троса.

Редуктор одноступенчатый, с передаточным числом $i = 4,04$. Шестерни заключены в чугунный картер и вращаются в масляной ванне. Большая шестерня сидит на главном валу, малая — на валу генератора. Для установки генератора на верхней половине картера имеются выступы.

Генератор ГП-1600 является магнитоэлектрическим генератором трехфазного тока, закрытого типа с возбуждением постоянными магнитами. Ротор имеет четыре звездочки из специального сплава, а статор — трехфазную обмотку, соединенную звездой. Трехжильный кабель от генератора пропущен через трубу вертикальной опоры и свободно свисает в башню. Через зажимы переходной коробки жилы кабеля соединяются с линиями, идущими к электрическому щитку.

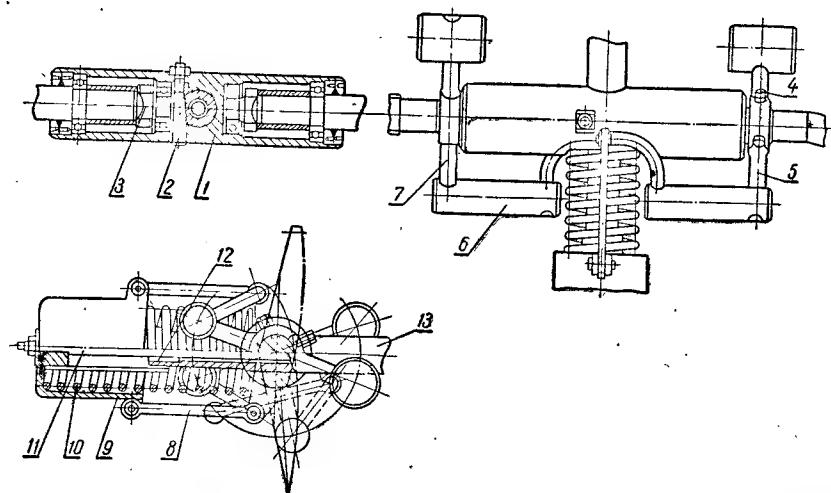


Рис. 106. Ветровой винт агрегата ВЭ-5:

1 — втулка; 2 — клин; 3 — мах; 4 — стопорный болт; 5 и 7 — державки; 6 — передняя втулка; 8 — шатун; 9 — кошпак; 10 — пружина; 11 — шток управления; 12 — текстолитовая втулка; 13 — главный вал.

Вертикальная опора состоит из трубы 13, прикрепленной при помощи опорного фланца 4 к швеллеру 12, подшипника верхней опоры и вкладыша 6 нижней опоры.

Башня, выполненная из угловой стали, устанавливается на четырех бетонных фундаментах. Верхняя часть ее длиной 1,7 м съемная. Для осмотра агрегата наверху башни предусмотрена площадка, к которой снизу ведет лестница.

Электрический щиток включает в себя два селеновых выпрямителя, трехфазный трансформатор, трехполюсный рубильник в цепи генератора и двухполюсный в цепи нагрузки, амперметр и вольтметр на стороне выпрямленного тока. В цепях переменного и постоянного токов установлены плавкие предохранители.

ГЛАВА 10

Краткие сведения о зарубежных ветроагрегатах

Во многих зарубежных странах широко используют ветродвигатели для подъема воды на пастбищах и фермах, зарядки аккумуляторных батарей для освещения, радиофикации отдельных объектов и др. Англичане считают, что в их условиях стоимость подъема воды ветродвигателем в 1,4—1,6 раза ниже, чем насосом с электродвигателем, и примерно в 6,2 раза ниже, чем при использовании бензинового двигателя. Уже при $V_{ср.г} > 3,5$ м/сек выгодно применять ветродвигатели. Даже в тех хозяйствах, где есть электрическая энергия, выгоднее на некоторых отдаленных участках применять ветроагрегаты, чем проводить туда электрические линии. Стоимость подъема воды ветронасосной установкой с механическим приводом при $V_{ср.г} = 4,5$ м/сек составляет в зависимости от высоты подъема от 0,5 до 1,5 коп/м³.

Опытные данные и расчеты английских ученых показывают, что при питании от ветроэлектрического агрегата потребителя, находящегося на расстоянии 0,8 км, стоимость 1 кет.ч в зависимости от $V_{ср.г}$ составит от 3 до 9 коп.

По данным экономистов ФРГ, стоимость 1 кет.ч энергии, вырабатываемой ветроэлектрическим агрегатом, в районах с $V_{ср.г} = 4—4,5$ м/сек даже при небольшом производстве составит от 12 до 20 коп.

По оценке зарубежных специалистов, число ветронасосных установок в мире достигло к 1960 г. примерно 500 тыс. Кроме того, эксплуатировалось еще около 70 тыс. ветроэлектрических агрегатов. Широко применяют ветроагрегаты в Индии, Австралии,

¹ По официальному курсу.

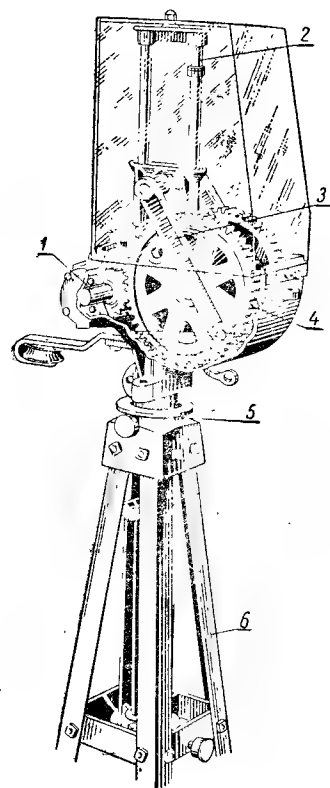


Рис. 107. Головка ветроустановки «Клаймакс»:

1 — вал ветроколеса; 2 — направляющая; 3 — шатун; 4 — шестерня; 5 — опорный подшипник; 6 — верхняя мачта.

Новой Зеландии, США, Голландии, Дании, Уругвае, в ряде районов Англии и Латинской Америки.

Серийное производство ветроэнергетических установок организовано в США, Англии, Франции, Австралии. Они экспортируют двигатели в страны Африки, Азии, Южной Америки. За рубежом в большинстве своем применяют простые по конструкции и надежные тихоходные ветронасосные установки с поршневыми насосами и (пока в меньших количествах) быстроходные ветроэлектронасосные агрегаты с погружными центробежными насосами.

Ветроколеса агрегатов, предназначенных для зарядки аккумуляторных батарей, выполнены двух-трехлопастными, укрепленными на валах генераторов постоянного тока. Их изготавливают из легированных сталей и алюминия специализированные фирмы.

Английские насосные установки «Клаймакс» имеют многолопастное колесо диаметром от 1,8 до 5,15 м, посаженное на вал головки. Шатунно-кривошипный механизм ее состоит из двух пар шестерен (рис. 107), шатунов, ползунки и направляющих. Он преобразует вращение колеса в возвратно-поступательное движение штанги насоса. Число оборотов и мощность ограничиваются выводом колеса из-под ветра благодаря эксцентричному расположению его оси относительно оси поворота головки, а ориентация головки осуществляется автоматически с помощью хвоста.

Башни разной высоты (от 4,6 до 18 м) собирают из стандартных секций, благодаря чему выбирают нужную высоту опоры для данных условий. В зависимости от диаметра колеса штанга имеет от 17 до 45 ходов в минуту при максимальном напоре соответственно от 120 до 30 м и диаметре цилиндра насоса от 140 до 375 мм. Производительность двигателя с ветроколесом диаметром $D = 2$ м составляет до $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при подъеме воды на высоту 30 м), двигатель с колесом $D = 5,5$ м поднимает с глубины 120 м около $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при меньших напорах (45—60 м) — более $4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Часть установок монтируют на резервном баке для воды емкостью 3,75—19 м^3 , который ставят на металлической башне.

При совмещении двигателя с водонапорной башней затрачивают меньше металла и средств.

По такой же принципиальной схеме (рис. 108) построены английские установки «Геркулес». Их выпускают нескольких типов-размеров, отличающихся один от другого диаметром ветроколеса ($D = 2 \div 6 \text{ м}$) и высотой башни. К особенностям такой установки относится применение ручного привода насоса при отсутствии ветра.

В США наиболее распространены ветродвигатели «Аэромотор» с 18 лопастными колесами, кривошипно-шатунной головкой и поршневым насосом. Регулирование числа оборотов и мощности осуществляется автоматически, выводом колеса из-под ветра благодаря эксцентричному расположению оси вращения колеса относительно вертикальной оси поворота головки двигателя.

Такие же двигатели, но меньших размеров (до 2 л. с.) выпускают фирмы «Демпстер» (США) и «Меттнер» (Австралия). Голландия производит двигатели средней быстроходности, используемые в комплексе с поршневым насосом для снабжения водой и подъема ее при дренаже и осушении заболоченных участков. Колесо изготовлено с четырьмя широкими лопастями, жестко закрепленными на ступице. Регулируют мощность боковым планом, который выводит колесо из-под ветра. Движение насосу передается шатунно-кривошипным механизмом.

Во Франции наряду с тихоходными ветронасосными установками «Идеал» ($D = 2,0\text{—}6,1 \text{ м}$) выпускаются быстроходные ветроэлектронасосные агрегаты «Нойрпик» (производительность от 0,6 до $2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$) с центробежными и пропеллерными насосами, рассчитанными на подъем воды с глубины до 40 м. Производительность агрегата при $V = 5\text{—}6 \text{ м/сек}$ и суммарном напоре 50—60 м около $1 \text{ м}^3/\text{ч}$, при напоре $H = 15 \text{ м}$ до $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при работе на орошении с напором 2—3 м до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Чтобы улучшить работу двигателя и повысить его мощность, в передней части колеса устанавливают кожух-обтекатель с ребрами для увеличения скорости потока воздуха, направляемого на лопасти колеса.

В Голландии и во Франции выпускают быстроходные насосные установки с 3—4 лопастями. Они приводят в движение центробежные насосы и используются на орошении и для дренажа. Колесо такого агрегата диаметром 8 и 13 м с поворотными лопастями, которые управляются центробежным регулятором. Оно насажено

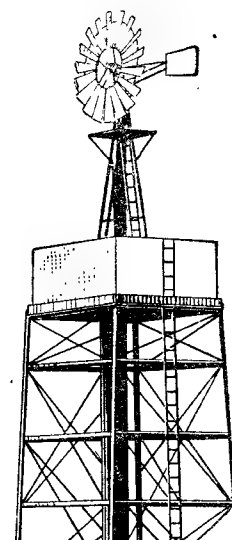


Рис. 108. Ветронасосная установка «Геркулес» на водонапорной башне.

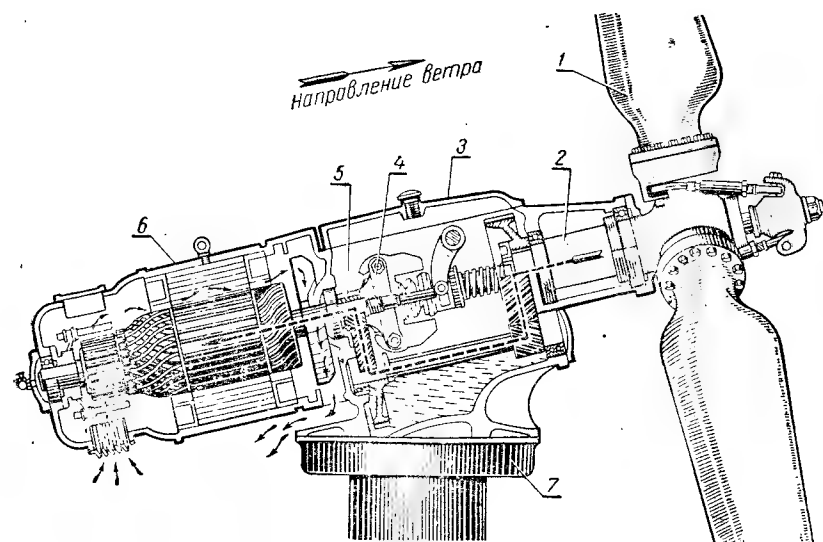


Рис. 109. Головка агрегата «Алгайер»:

1 — ветроколесо; 2 — главный вал; 3 — картер; 4 — регулятор; 5 — редуктор; 6 — генератор; 7 — опора головки.

на вал синхронного генератора, образующего головку. Более совершенная конструкция агрегата Д-10 «Алгайер» (ФРГ) мощностью 6 кВт при скорости ветра 8 м/сек. Колесо с тремя цельноповоротными лопастями управляется через гидравлическую систему центробежным регулятором. Головка, автоматически устанавливаемая по направлению ветра с помощью виндросы, состоит из двухступенчатого редуктора 5 (рис. 109), выполненного в одном корпусе с генератором 6 постоянного или переменного тока.

Трубчатая мачта высотой 10—18 м имеет два яруса оттяжек. Вес агрегата на десятиметровой мачте 1340 кг. Он работает вместе с центробежным погружным насосом. Управление установкой полностью автоматизировано, при очень высоких скоростях ветра двигатель автоматически останавливается.

Представляет интерес небольшая французская ветроэлектронасосная установка, которая автоматически останавливается, как только насос начинает подавать соленую воду.

В Индии используют тихоходные ветронасосные установки типа WP с 12-лопастными колесами ($D = 5,5$ м). Головка двигателя безредукторная.

Датская фирма «Ликкегард» производит семь типов водоподъемных установок, имеющих диаметр колеса от 7 до 18 м, а мощность от 9,5 до 23 л. с.

Конструкции ветроэлектрических агрегатов за рубежом максимально упрощены. Они выполнены без редукторов, ветроколеса

часто изготовляют с жестко закрепленными лопастями и без устройства ограничения скорости вращения и мощности. Обычно применяют генераторы постоянного тока, работающие без реле-регуляторов напряжения. Такие агрегаты используют не только для зарядки аккумуляторных батарей и питания маяков, их эксплуатируют в Калифорнии и в других районах США также на цитрусовых плантациях. Вращающимися винтами они более холодные слои воздуха у земли перемешивают с теплыми верхними слоями, предохраняя плоды от заморозания.

В США выпускаются двух- и трехлопастные ветроэлектрические агрегаты постоянного тока мощностью до 1 кВт (рис. 110), а в ФРГ — агрегаты «Вилинджер» мощностью 250 и 500 Вт ($D = 2,5—5$ м). Как и агрегаты ВЭ-2М, они имеют генераторы с постоянными магнитами. Быстроходное колесо укреплено на валу генератора. Оно имеет две лопасти из прессованного стекловолокна, которые могут поворачиваться относительно своих продольных осей и управляются центробежным регулятором. При регулировании лопасти поворачиваются в сторону уменьшения углов заклинивания. При увеличении скорости вращения лопасти под действием центробежных сил, преодолевая сопротивление пружины,

немного перемещаются в радиальном направлении и, двигаясь по винтовому пазу ступицы, поворачиваются на нужный угол. Двигатель запускается на больших углах автоматически.

Напряжение 110 в переменного тока генератора подается на трансформатор, затем на выпрямитель и далее на зарядку аккумуляторной батареи.

Для удобства транспортировки, монтажа и обслуживания головка агрегата установлена на трубчатой телескопической мачте высотой от 5 до 12,5 м. За несколько минут ее можно поднять или опустить.

Во Франции в больших количествах выпускаются ветроэлектроагрегаты «Сиамо» (фирма «Херлид Филс») мощностью от 1 до

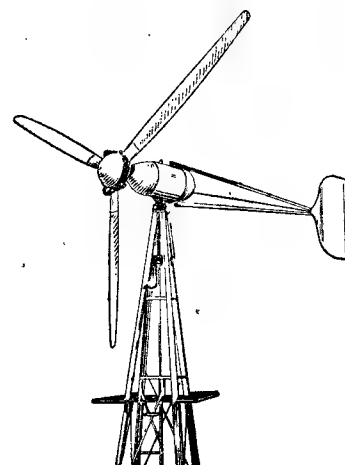


Рис. 110. Ветроэлектрический зарядный агрегат (США).

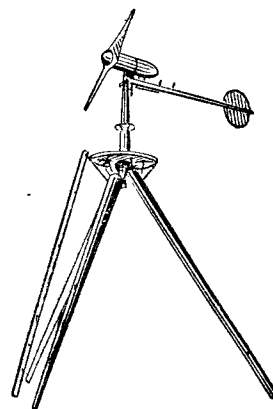


Рис. 111. Французский ветроэлектрический зарядный агрегат «Сиамо».

5 *квт*, снабженные нерегулируемым двух- или трехлопастным стеклопластиковым или алюминиевым колесом. Оно укреплено на валу генератора постоянного тока напряжением 24/36 *в* или 110/180 *в*. Устанавливают его на металлической или железобетонной башне (рис. 111).

Колеса имеют обтекатель. Головка ориентируется по направлению ветра хвостом, оперение которого имеет форму круга и вынесено на большое расстояние от плоскости вращения колеса. Агрегаты рассчитаны на использование при температурах до -70° и максимальной скорости ветра 70 *м/сек*.

Хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации ветроэлектрические агрегаты, выпускаемые английской фирмой «Парис Дун» (мощность $P = 240$ *вт*, напряжение $U = 12$ *в*), итальянской «Виварелли» ($P = 450$ *вт*, $U = 12$ *в*), а также голландский агрегат «Фрелит» (мощность 550 *вт*).

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Эксплуатация ветроагрегатов

ГЛАВА 11

Общие сведения по эксплуатации ветроагрегатов

ОБЯЗАННОСТИ МАШИНИСТА

Долговечность работы и высокопроизводительное использование ветроагрегата во многом зависят от качества его технического обслуживания и от того, какие машины ветродвигатель приводит в движение.

Как и любой двигатель, ветродвигатель нуждается в правильном техническом обслуживании. Однако в отличие от некоторых других машин за работой ветродвигателя не требуется непрерывного наблюдения, уход за ним может быть периодическим. Практика эксплуатации многих ветроагрегатов показывает, что опытный машинист обеспечивает нормальную и бесперебойную работу двигателя, затрачивая не более 2—3 ч в день на осмотр его узлов и механизмов и подключенных к нему рабочих машин.

При правильной эксплуатации срок службы ветродвигателей на фермах превышает 15 лет, а установок настбидного типа 5 лет.

Следует иметь в виду, что условия работы ветродвигателя, постоянно находящегося на открытом воздухе и подвергающегося воздействию ветра и влаги, отличны от условий работы других двигателей, и поэтому эксплуатация ветроагрегата отличается некоторыми особенностями.

Машинист должен быть специально подготовлен для обслуживания ветроагрегата, должен хорошо знать его техническую характеристику, правила эксплуатации и уметь устранять неисправности.

При работе на ферме двигателя только с насосом можно допустить, чтобы машинист был занят еще и другой работой в хозяйстве (обслуживание автопоилок, кузнечные работы и т. д.). Однако это не должно снижать ответственности машиниста за техническое состояние и работу агрегата. Надзор за эксплуатацией группы настбидных насосных ветроагрегатов должен поручаться специально выделенному разъездному механику.

На машиниста ветроагрегата или разъездного механика возлагается:

уход за двигателем и присоединенными рабочими машинами в точном соответствии с инструкциями по эксплуатации, а если есть резервный тепловой двигатель, то уход также и за ним; проведение профилактических осмотров, текущих ремонтов и замена износившихся или поврежденных деталей; полное использование ветроагрегата в течение всего времени, когда есть ветер и необходимо поднимать воду, заряжать аккумуляторные батареи и т. д.; пуск и остановка ветродвигателя; ведение технической документации (эксплуатационного журнала, журнала ремонта и др.); содержание в чистоте всех механизмов, сооружений и площадки, на которой размещен агрегат; соблюдение противопожарных мероприятий и правил техники безопасности.

Перед тем как приступить к исполнению своих обязанностей, машинист или механик должен изучить конструкцию ветродвигателя и комплектного оборудования, инструкцию по эксплуатации и получить инструктаж у бригадира монтажной бригады и работника районного отделения «Сельхозтехники» или пастбищно-мелиоративного треста.

При приемке ветродвигателя машинист получает от бригадира монтажной бригады комплект инструмента и запасных деталей, поступивших с агрегатом, а также заводскую инструкцию по мон-

тажу и наладке двигателя и комплектного оборудования. Хозяйство обязано приобрести и выдать машинисту инструмент и материалы, требующиеся при обслуживании и ремонте ветроагрегата (табл. 10).

Механику, обслуживающему группу агрегатов, инструмент выдает организация, которая по договору с колхозом обслуживает оборудование пастбищных водопойных пунктов. В распоряжении механика имеется передвижная автомобильная мастерская повышенной проходимости.

Приняв по акту ветродвигатель с присоединенными к нему машинами, машинист или механик еще раз проверяет готовность агрегата к эксплуатации и, если необходимо, налаживает узлы и механизмы.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕТРОАГРЕГАТОВ

Ниже приведены основные правила, которые машинист обязан соблюдать при эксплуатации ветроагрегата.

Если агрегат не работал, то перед пуском двигателя типа ТВ-8, УВД-8 или Д-12 нужно осмотреть его и отъединить те машины, которые не будут работать, стараясь это делать тогда, когда нет ветра. У агрегатов других типов желательно вначале прокрутить двигатель вручную за шкив или за лопасти ветроколеса.

Машинист периодически проверяет, обстукивая молотком, спицы и ободья колеса, крепление махов, затяжку болтов и др. Ослабленные крепления подтягивает, поврежденные заменяет.

Перед запуском двигателя зимой удаляют лед и снег со шкивов, ременных передач и других вращающихся частей. Прокручивая двигатель от руки, проверяют, нет ли ледяных пробок в наполненном водой трубопроводе, не примерзла ли водоподъемная лента к кожуху или шкиву. Во время сильных морозов пускают ветронасосный агрегат осторожно.

Если приводится в действие только насос, включают передачу к нему или к водоподъемной лебедке. Для этого у двигателей ТВ-8 и ТВМ-8 малую шестерню среднего вала редуктора сдвигают вдоль шпонки и выводят ее из зацепления с большой шестерней. В новом положении малую шестерню закрепляют на валу стопорным болтом, имеющимся на ступице шестерни. У двигателей УВД-8 и Д-12 ремень привода лебедки переводят на рабочий шкив.

При работе двигателей ТВ-8 и ТВМ-8 только на трансмиссию насос отключают, для этого малую шестерню верхнего горизонтального вала лебедки выводят из зацепления с большой шестерней и закрепляют в новом положении стопорным болтом.

Нельзя загружать двигатель мощностью больше расчетной. Подключать к нему нужно только те машины, которые могут работать при данной скорости ветра.

Таблица 10

Инструмент и материалы для обслуживания и ремонта ветроагрегата

Наименование	Количество	Наименование	Количество
Ручник и зубило слесарные	2 шт.	Плоскогубцы	1 шт.
Отвертка	1 »	Молоток деревянный	1 »
Шплинтер	1 »	Тиски параллельные 100 мм.	1 »
Крейцмейсель	1 »	Станок ножовочный	1 »
Напильник драчовый плоский	1 »	Полотно ножовочное	5 »
Напильник драчовый круглый	1 »	Щетка металлическая	1 »
Выколотка медная диаметром 25 мм	1 »	Сумка инструментальная	1 »
Масленка для жидкой смазки	1 »	Керосин	2 кг
Бидон для жидкой смазки емкостью 3 л	1 »	Машинное масло (или автотракторное масло)	2 »
Ведро	1 »	Смазка УС	2 »
Пожарный пояс с карабином	1 »	Лом металлический	1 шт.
Веревка диаметром 8—10 мм	10 м	Эксплуатационный журнал	1 »
Лампа «летучая мышь»	1 шт.	Журнал ремонта	1 »
Ветошь обтирочная	2 кг	Инструкция по эксплуатации ветроустановки и техническому уходу за ней	1 »

Чтобы не перегружать двигатель, во время работы с жерновой мельницей нельзя превышать числа оборотов, указанные в таблице 11.

Таблица 11

Наивыгоднейшие режимы для жерновых разных диаметров

Диаметр жернова, мм	Максимальная мощность на веретене жернова, л. с.	Число оборотов жернова в минуту	Производительность, кг/ч
533	5,0	350	150
710	10,8	250	240
890	13,7	215	360
1067	16,8	180	510

Для повышения долговечности двигателей рекомендуется останавливать их при скоростях ветра больше 25 м/сек.

Двигатель и водоподъемное оборудование осматривают и смазывают только при остановленном двигателе. Останавливать двигатель можно только лебедкой управления. Нельзя останавливать колесо руками, веревкой, а двигатель заклиниванием вертикального вала, шестерен или шкивов рычагами. Если неисправен механизм остановки и невозможно вследствие этого остановить двигатель лебедкой, нужно за свободный конец веревки, закрепленной на ферме хвоста, с земли повернуть головку и вывести колесо из-под ветра. Если механизм ориентации имеет виндрозы, головку поворачивают, вращая вручную виндрозы. Не следует привязывать ветроколесо к каким-либо предметам на земле (деревья и т. д.), так как при изменении направления ветра может произойти авария.

Нельзя эксплуатировать ветроагрегат даже с незначительными неполадками, так как это может привести к аварии.

Не допускается работа с поломанными или недостающими лопастями, с разбалансированным и имеющим «восьмерку» колесом, если наблюдаются чрезмерные стуки и заедание деталей. Разрешается временная эксплуатация многолопастных двигателей с неполным количеством лопастей при условии удаления поломанной и противолежащей ей лопасти, чтобы не нарушалась балансировка колеса. Эксплуатация двигателя с ветроколесом, имеющим неполный комплект лопастей, ухудшает его прочность и снижает мощность.

Машинист должен обращать особое внимание на надежность крепления концов троса и состояние его проволок, а также на легкость вращения направляющих роликов механизма остановки. Если у троса остановки более 30% рваных проволок, его заменяют. Новый трос берут такой длины, чтобы можно было остановить двигатель при любой скорости ветра. Рукоятка лебедки пуска-остановки всегда должна быть на замке или снята с лебедки.

Если необходимо снизить число оборотов двигателя, частично выводят колесо из-под ветра, а у быстроходных ветродвигателей немного повертывают лопасти или их концы в положение «на остановку».

Периодически проверяют положение и крепление груза балансира на коромысле.

Машинист не имеет права допускать на балкон и головку двигателя посторонних лиц. Для этого крышку люка балкона нужно запереть на замок, а нижние ступени лестницы башни — прикрыть щитком, который прикрепляют к лестнице замком. Вокруг ветродвигателя делают небольшое ограждение. Если над водоемом имеется помещение для оборудования, машинист, уходя, должен закрыть его на замок.

В шахте и на площадке около нее следует соблюдать чистоту. Площадку делают с уклоном от шахты, замостив или утрамбовав грунт площадки. У оголовка должен быть сделан глиняный замок, а над шахтой устроено помещение или легкая будка. Шахту не реже одного раза в 10 дней надо очищать от грязи и мусора. Образовавшиеся на стенах трещины, через которые в нее проникает вода, немедленно заделывают. Для предохранения водоемника от загрязнения скот следует поить из водопойных корыт, установленных на расстоянии не менее 15 м от двигателя.

На зиму колодец, шахту с переходной головкой и наружные трубопроводы утепляют чистыми изоляционными материалами (войлок, опилки, мешки с соломой и др.). Запрещается применять для этих целей навоз. В сильные морозы рекомендуется отапливать насосные шахты и водонапорные башни временными печами, соблюдая правила пожарной безопасности. В конце зимы убирают утепляющие материалы и очищают площадку от мусора и грязи.

Если зимой поршневой насос длительное время не будет работать, надо выпустить воду из отводной трубы. Для этого вывинчивают пробку из корпуса переходной коробки. Периодически нужно осматривать места соединений всех водоподъемных труб, не допуская образования течей, своевременно подтягивать сальник переходной коробки, следить за сшивкой ленты водоподъемника, креплением растяжек трубы инерционного насоса.

Ветродвигатель регулярно, не реже одного раза в 3 года, окрашивают влагостойчивой краской.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ВЕТРОАГРЕГАТОВ

Перед тем как приступить к обслуживанию агрегата, машинист должен усвоить правила техники безопасности и выполнять их во время работы. Техника безопасности имеет своей целью облегчить и обезопасить работу машиниста, предотвратить аварии и

поломки двигателя и присоединенных к нему машин. Неумение обращаться с установкой, неосторожность, неправильная организация обслуживания могут повлечь за собой несчастные случаи и аварии.

К обслуживанию допускаются только подготовленные люди, имеющие соответствующие удостоверения. Машинист должен быть здоровым и уметь работать на высоте. Нельзя допускать к работе на ветродвигателе лиц, страдающих головокружением.

Подниматься и опускаться по лестнице башни нужно со свободными руками. Предметы, которые нельзя положить в карман или в инструментальную сумку, поднимают или опускают на веревке. При работе на головке машинист обязан надевать пожарный пояс, цепь или веревку которого необходимо привязывать к неподвижным и прочным деталям двигателя.

Инструмент, используемый при работе на башне, должен иметь кольца или проушины, за которые его крепят карабином к шнуру пояса. Нельзя сбрасывать с башни инструмент и детали, их необходимо спускать на веревке. Спецоджда машиниста должна хорошо облегать тело. Рваная и широкая одежда (плащ, рубашка без ремня) может явиться причиной несчастного случая, если она случайно будет захвачена вращающимися деталями.

Перед осмотром двигателя с узлов удаляют лишнюю смазку и грязь. Облитые маслом и загрязненные детали, за которые приходится браться руками, также могут оказаться причиной несчастного случая.

Нельзя находиться на лестницах и вершине башни при работе ветродвигателя, а у основания башни во время работ на ее вершине. Запрещается в бурю и грозу стоять на башне и у ее основания, а также подниматься на монтажную площадку во время работы агрегата.

Запрещается переключать шестерни у приводной лебедки, пока не будет полностью остановлен ветродвигатель; нельзя надевать ремень на шкивы или сбрасывать его с них при работающем двигателе. Движущиеся части приводной лебедки, редуктора и водоподъемника и ременные передачи должны иметь ограждения. Рекомендуются оградить и башню. Особенно это важно для пастбищных установок с башнями на расчалках: уменьшается опасность обрыва расчалок животными.

Насосные шахты должны быть плотно закрыты настилом из досок не тоньше 40 мм. Люк в полу балкона всегда должен быть закрыт крышкой с замком, а ключ от него находится у машиниста. Поднявшись на балкон, необходимо опустить крышку люка. Без крайней необходимости не следует спускаться в шахту колодца, в которой могут быть вредные газы, особенно углекислота (при наличии углекислоты опущенная в шахту горящая свеча гаснет).

Для ремонта ветроколеса и механизмов головки двигателя с диаметром колеса больше 6 м устраивают прочные подвесные мостки с ограждением. Пастбищные насосные установки и ветроэлектрические агрегаты ремонтируют на земле. При опускании двигателя в горизонтальное положение соблюдают те же правила техники безопасности, что и при подъеме.

Если двигатель используют для работы с генератором переменного тока, то персонал, обслуживающий агрегат, должен выполнять все правила, предусмотренные для сельских электроустановок. Машинист сдает экзамен квалификационной комиссии и получает свидетельство установленной формы.

На рабочем месте должны быть защитные средства: изолирующие перчатки, боты, коврики. При работах, связанных с прикосновением к токопроводящим частям, напряжение с них должно быть снято. Работа при неотключенном напряжении допускается в исключительных случаях и лишь с применением инструмента с изолирующими ручками.

Необходимо периодически проверять все соединения, следить за их тщательной изоляцией. Все металлические элементы ветроэлектрических агрегатов, напряжение которых больше 24 в, должны быть надежно заземлены.

Для проверки напряжения в сети электромеханик должен иметь указатель напряжения со светящейся лампочкой, вольтметр или ручную переносную лампу с предохранительной сеткой. Наконечники проводов для присоединения лампы к испытываемым частям должны быть твердыми, с изолированной боковой поверхностью.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЕТРОАГРЕГАТОВ

Основным эксплуатационным показателем агрегата является его производительность или количество энергии, которое он может выработать в данных условиях за определенный промежуток времени (год, месяц и т. д.).

Для организации правильной эксплуатации важно еще знать, сколько часов в год может работать ветродвигатель, если использовать все время, когда дует ветер, продолжительность работы двигателя с той или иной мощностью, т. е. повторяемость и чередование скоростей ветра, а также длительность простоев при затишьях. Наконец, должно быть известно, при какой скорости ветра двигатель начнет работать при различной высоте подъема воды. Все эти показатели зависят в первую очередь от конструкции и типоразмера двигателя, среднегодовой или сезонной скорости ветра и фактической повторяемости скоростей в районе, где работает установка, технического состояния двигателя и рабочих машин и организации их эксплуатации.

Мощность, развиваемая двигателем, зависит от диаметра ветроколеса и скорости ветра. Если диаметр увеличить в 2 раза, мощность (при прочих равных условиях) возрастет в 4 раза (квадратичная зависимость). Если скорость ветра стала больше в 2 раза, мощность увеличится в 8 раз (кубическая зависимость). Мощность двигателя или производительность установки приводятся в их паспортах. Для расчетной скорости ветра мощность нетрудно подсчитать по приближенным формулам.

Для тихоходных двигателей мощность на валу ветроколеса

$$P_{\text{вк}} = \frac{D^2}{10} \text{ л. с.}$$

Для быстроходных:

$$P_{\text{вк}} = \frac{D^2}{8} \text{ л. с., или } P_{\text{вк}} = \frac{D^2}{11} \text{ квт,}$$

где $P_{\text{вк}}$ — мощность на валу ветроколеса (без учета потерь в передачах),

D — диаметр ветроколеса, м.

Следовательно, если быстроходный двигатель имеет колесо диаметром 4 м, то его мощность при $v = 8 \text{ м/сек}$ будет:

$$P_{\text{вк}} = \frac{4 \cdot 4}{8} = 2 \text{ л. с.}$$

Чтобы подсчитать мощность, которую ветродвигатель может развить на выходном валу, т. е. передать ее приводимой машине при заданной скорости ветра, пользуются формулами:

$$P_{\text{в}} = 0,000654 \cdot v^3 D^2 \cdot \xi \cdot \eta_{\text{в}} \text{ л. с.}$$

или

$$P_{\text{в}} = 0,000481 v^3 D^2 \cdot \xi \cdot \eta_{\text{в}} \text{ квт,}$$

где ξ — максимальная величина коэффициента использования энергии ветра (приводится в технической характеристике);

$\eta_{\text{в}}$ — коэффициент полезного действия ветродвигателя.

Для определения всей возможной по ветровым условиям выработки величину $P_{\text{в}}$ при данной скорости ветра умножают на число часов ее повторяемости. Это делают для всех скоростей от минимальной до максимальной рабочей. Затем полученные произведения складывают:

$$P_{\text{в}} = P_{v_0} \cdot t_{v_0} + P_{v_0+1} \cdot t_{v_0+1} + \dots + P_{v_{\text{макс. раб}}} \cdot t_{v_{\text{макс. раб}}}.$$

Среднегодовые ($v_{\text{ср.г}}$), среднесезонные ($v_{\text{ср.сез}}$) и среднемесячные ($v_{\text{ср.мес}}$) скорости ветра получают путем сложения всех наблюдаемых скоростей в данном районе за много лет и делением этой суммы на число наблюдений. Эти средние скорости характеризуют ветровой режим данного района и позволяют заранее определить возможную выработку энергии ветроагрегатом,

Таблица 12

Среднегодовые и среднесезонные скорости ветра некоторых пунктов СССР

Наименование пунктов	Среднесезонные скорости ветра на высоте расположения флюгера *, м/сек				Среднегодовая скорость ветра, м/сек	
	зима	весна	лето	осень	без поправочного коэффициента **	с поправочным коэффициентом на высоту флюгера 15 м
Ай-Петри	7,1	5,7	5,2	5,7	5,9	6,2
Ак-Молла (Туркменская ССР)	4,0	4,7	4,9	4,0	4,4	—
Актюбинск	4,7	5,0	3,9	3,8	4,4	4,9
Александровск	5,9	5,6	4,2	5,3	5,2	5,9
Александровск-Сахалинский	5,1	4,8	3,7	5,6	4,2	4,5
Ахгуба	4,7	4,9	3,8	4,1	4,4	5,1
Баскунчак	5,5	5,1	4,1	4,7	—	4,8
Вайгач	9,2	7,9	6,3	7,8	7,8	9,8
Владимир	5,2	4,6	3,4	4,6	4,4	5,3
Волгоград	6,1	6,1	4,9	5,2	5,7	6,1
Вологда	6,3	6,3	4,6	6,3	5,9	5,7
Воронеж	5,4	5,0	3,9	4,9	4,9	5,7
Горький	4,7	4,3	3,5	4,7	4,3	4,8
Гурьев	5,0	5,3	4,3	4,3	4,7	—
Джусалы	4,7	5,0	4,0	3,9	4,4	5,0
Дивное	6,05	5,8	4,2	5,0	5,2	—
Донецк	7,1	6,9	4,8	5,9	6,1	6,7
Назанджик (Туркменская ССР)	4,7	4,4	4,0	4,2	4,4	—
Караби-Яйла	7,4	7,5	5,9	6,9	6,9	7,6
Караганда	4,7	5,2	4,1	4,6	4,6	5,6
Киров	5,1	5,1	4,0	5,4	4,9	5,4
Кокчетав	—	—	—	—	5,0	5,8
Кузнецк	4,1	3,8	2,7	3,9	3,7	4,5
Курск	4,9	4,8	3,8	4,6	4,5	5,2
Кустанай	5,2	5,8	4,8	5,1	5,8	—
Мариуполь	4,9	4,5	3,7	4,2	5,1	4,3
Мархотский перевал	10,6	9,1	7,2	9,2	9,0	9,0
Маточкин Шар	7,2	7,5	6,3	6,7	6,9	7,6
Могилов	4,3	4,1	3,4	4,1	4,1	4,9
Москва	4,5	4,4	3,3	4,3	4,1	4,3
Новороссийск	5,2	5,3	4,1	4,7	4,8	5,4
Новосибирск	3,4	3,4	2,5	3,4	3,2	3,6
Новочеркасск	5,1	4,4	3,3	4,4	4,5	4,5
Одесса	5,6	5,2	4,0	4,8	4,9	5,4
Оренбург	4,7	4,6	3,7	4,3	4,3	4,2
Охотск	4,3	3,7	3,7	4,6	4,1	5,5
Павлодар	—	—	—	—	5,1	5,4
Пенза	3,3	2,8	2,3	3,0	2,9	2,9
Пермь	4,0	4,4	3,3	4,2	3,9	4,3
Петрозаводск	5,0	4,6	4,2	5,2	4,8	5,8
Петропавловск	5,0	4,5	3,9	4,7	4,6	5,7
Пинега	3,8	4,0	3,5	3,8	3,8	4,8
Полтава	3,9	4,4	2,9	4,2	3,8	5,2

Продолжение

Наименование пунктов	Среднесезонные скорости ветра на высоте расположения флюгера *, м/сек				Среднегодовая скорость ветра, м/сек	
	зима	весна	лето	осень	без поправочного коэффициента **	с поправочным коэффициентом на высоту флюгера 15 м
Псков	4,3	4,0	3,1	4,1	3,9	4,8
Ростов-на-Дону	5,0	4,6	3,7	4,3	4,4	4,7
Саратов	5,0	4,4	3,5	4,7	4,4	5,4
Севастополь	5,1	4,7	4,3	4,6	4,7	4,5
Смоленск	3,8	3,4	2,7	3,9	3,4	4,0
Ставрополь	—	—	—	—	5,6	—
Сумы	5,3	4,9	3,6	4,8	4,6	5,0
Тобольск	4,1	4,5	3,7	3,9	4,1	4,5
Тургай	5,7	5,8	4,5	5,0	5,2	6,5
Уральск	4,2	4,3	3,6	4,0	4,1	4,5
Уссурийск	4,8	5,0	2,9	3,5	4,1	4,9
Усть-Камчатск	6,0	4,3	3,8	3,4	4,4	5,6
Уфа	5,4	5,6	3,8	5,7	5,2	5,2
Херсон	4,5	4,1	3,2	3,7	3,9	4,4
Целиноград	5,5	6,3	4,6	5,2	5,4	5,9
Элиста	5,2	5,1	4,0	4,0	4,6	—

* $V_{ср.сез}$ на высоте 15 м получают, умножая табличную величину $V_{ср.сез}$ на коэффициент, равный частному от деления $V_{ср.г}$ на данной высоте на $V_{ср.г}$ без поправочного коэффициента.

** Величины $V_{ср.г}$ приведены к высоте 15 м над поверхностью земли на ровной местности.

количество воды, поднятой ветронасосной установкой, или оценить объем других работ (помол, дробление кормов и т. д.), которые можно выполнить с помощью ветродвигателя.

В таблице 12 приведены среднегодовые и среднесезонные скорости ветра на высоте флюгера для ряда пунктов СССР и с включением поправочных коэффициентов, учитывающих, что центр колеса двигателей, устанавливаемых на фермах, расположен обычно выше, чем измерительные приборы на метеорологических станциях. Для установок с высотой до центра колеса 5—7 м поправочный коэффициент не учитывают. Более точные данные о скоростях ветра можно получить на метеостанции или в областном управлении гидрометеорологической службы.

С хорошими ветровыми условиями считают такие районы, где среднегодовые (среднесезонные) скорости ветра не ниже 4,5—5 м/сек.

Зная среднегодовые (среднесезонные) скорости ветра, можно по кривым повторяемости определить, какой процент времени в году (сезоне) будут повторяться различные скорости ветра. Эти данные (по М. М. Поморцеву и Г. Гуллину), сведенные в таблицы

13 и 14, являются исходными при определении возможной выработки и эффективности агрегатов.

Таблица 13

Повторяемость скоростей ветра в процентах (по М. М. Поморцеву для $V_{ср} = 3-6$ м/сек, по Г. Гуллину для $V_{ср} = 7-9$ м/сек)

Наблюдаемые скорости ветра, м/сек	Средние скорости ветра, м/сек за период						
	3	4	5	6	7	8	9
	повторяемость, %						
0—2	36,7	22,7	14,1	8,4	15,1	12,8	10,3
3	22,7	16,7	11,5	8,0	9,9	8,4	7,1
4	19,5	18,3	14,9	11,0	11,0	8,8	7,7
5	12,2	16,5	16,5	13,8	9,8	8,8	8,0
6	6,0	12,2	14,9	15,0	8,9	8,4	7,7
7	2,2	7,4	12,0	14,0	8,0	7,7	7,4
8	0,7	3,6	8,0	11,4	6,8	6,9	6,9
9	—	1,7	4,3	8,0	5,9	6,1	6,3
10	—	0,6	2,1	5,0	5,5	5,4	5,6
Свыше 10	—	0,3	1,7	5,4	19,1	26,7	3,3

Таблица 14

Повторяемость скоростей ветра в часах за год (по М. М. Поморцеву для $V_{ср.г} = 3-6$ м/сек, по Г. Гуллину для $V_{ср.г} = 7-9$ м/сек)

Наблюдаемые скорости ветра, м/сек	Среднегодовые скорости ветра, м/сек						
	3	4	5	6	7	8	9
	повторяемость, ч						
0—2	3210	1990	1240	735	1325	1120	900
3	1990	1465	1000	700	870	735	620
4	1710	1600	1300	960	960	770	675
5	1070	1445	1450	1210	860	770	700
6	525	1070	1300	1315	780	740	675
7	193	650	1050	1230	700	675	650
8	62	315	700	1000	600	600	600
9	—	150	380	700	515	540	550
10	—	50	190	440	480	470	490
Свыше 10	—	25	150	470	1670	2340	2900

Для степных и полустепных районов Казахской ССР и Средней Азии большие работы по исследованию режимов повторяемости скоростей ветра выполнены Г. А. Гриневичем и М. В. Колодиным. Ими составлены подробные таблицы распределения скоростей в зависимости от ландшафтных условий. Для одного из районов эти данные приведены в таблицах 15 и 16. Однако наиболее точные материалы по повторяемости скоростей ветра в данном районе можно получить на ближайшей метеостанции.

Таблица 15

Вычисленная повторяемость скоростей ветра для пустынных и предгорных районов Туркменской ССР (по М. В. Колодину)

Наблюдаемые скорости ветра, м/сек	Средние скорости ветра за период, м/сек		
	3	4	5
	повторяемость, %		
0—2	48,6	35,4	27,1
3	17,6	15,6	13,2
4	12,8	13,2	12,1
5	8,6	10,5	10,6
6	5,3	7,9	8,7
7	3,2	5,8	7,2
8	1,8	4,0	5,6
9	1,0	2,8	4,3
10	0,5	1,8	3,2
Свыше 10	0,6	3,0	8,0

Таблица 16

Вычисленная повторяемость скоростей ветра для степей и полупустынь Средней Азии и Казахской ССР (по Г. А. Гриневичу)

Наблюдаемые скорости ветра, м/сек	Средние скорости ветра за период, м/сек				
	3	4	5	6	7
	повторяемость, %				
0—2	53,9	41,1	32,0	26,4	22,4
3	14,4	13,7	12,4	11,2	9,9
4	10,1	10,8	10,5	9,8	9,0
5	7,1	8,4	8,6	8,4	8,1
6	4,8	6,4	7,0	7,2	7,1
7	3,2	4,8	5,7	6,1	6,1
8	2,1	3,6	4,6	5,1	5,3
9	1,5	2,7	3,7	4,2	4,6
10	0,9	2,0	2,9	3,5	3,9
Свыше 10	2,0	6,5	12,6	18,1	23,6

Число часов, в течение которых повторяется ветер со скоростью V , определяют по таблицам. Например, нужно подсчитать, сколько часов в году и за сезон дуют ветры со скоростью 6 м/сек в районе, где среднегодовая скорость ветра 4 м/сек, а летняя средне-сезонная 5 м/сек.

Из таблицы 13 находим, что при $V_{\text{ср.год}} = 4$ м/сек ветры со скоростью 6 м/сек повторяются 12,2% времени, а в районах с $V_{\text{ср.сез}} = 5$ м/сек повторяются 14,9% всего времени периода.

В году 365 дней, или 8760 ч, тогда

$$t_6 = \frac{8760 \cdot 12,2}{100} = 1068 \text{ ч,}$$

где t_6 — время за год, в течение которого дуют ветры со скоростью 6 м/сек.

Такие ветры будут повторяться в течение года в общей сложности 1068 ч.

В сезоне 3 месяца, т. е. около 2190 ч, тогда

$$t'_6 = \frac{2190 \cdot 14,9}{100} = 326 \text{ ч,}$$

где t'_6 — время за сезон, в течение которого дуют ветры со скоростью 6 м/сек.

Если известна повторяемость скоростей на одной высоте и нужно определить, какие скорости и сколько часов они будут повторяться на другой высоте, то можно воспользоваться графиком на рисунке 112.

Пример. На высоте 15 м среднегодовая скорость ветра в Джусалы равна 5 м/сек (табл. 12). По таблице 13 находим, что скорость 8 м/сек будет повторяться в течение 8% годового времени. Столько же времени на высоте 5 м будут наблюдаться ветры с другой скоростью, так как чем ближе к земле, тем скорости меньше. Находим относительную высоту $h = \frac{15}{5} = 3$.

По графику отыскиваем относительную скорость $V = 1,24$. Это значит, что на высоте 5 м скорость будет в 1,24 раза меньше, чем на высоте 15 м, т. е. $8 : 1,24 = 6,45$ м/сек. Так же определяют другие значения скоростей.

В таблицах 17, 18, 19 приведены соответственно данные о возможной годовой выработке энергии, суммарной производительности ветроагрегатов и числе часов их работы за год при использовании всего ветрового времени.

Обычно удается использовать не всю выработку, которую по ветровым условиям может дать двигатель, так как практически он работает не все ветровые часы. Это связано с тем, что часть энергии ветра приходится на ночные часы, когда двигатель не эксплуатируют. Бывает, что нет надобности в использовании установки, бак уже заполнен водой или мощность подключенной нагрузки меньше мощности, которую двигатель может развить при данной скорости ветра.

Степень использования двигателя оценивают коэффициентом эксплуатации ($K_{\text{экс}}$), показывающим, какую часть от наибольшей

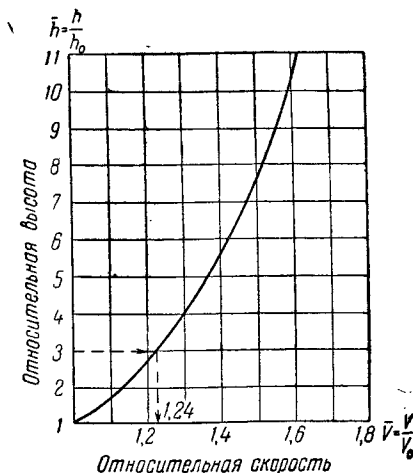


Рис. 112. График для пересчета скорости ветра на разные высоты

Возможное число часов работы ветроагрегатов при различных скоростях ветра
(коэффициент эксплуатации $K_{\text{экс}} = 0,8$; повторяемость скоростей ветра по М. М. Помореву и Г. Г. Гуллину)

Среднегодовая скорость ветра, м/сек	Число часов работы в год при действующей скорости ветра, м/сек								Всего рабочих часов в год				Процент рабочих часов в год					
	3,5		4		5		6		7		8 и выше		ВВ-1 и ВВ-2М	ВВ-3М, ВВ-3 и Д-12	ВВ-3, ТВ-8, ТБМ-8 и ВВД-8	ВВ-1 и ВВ-2М	ВВ-3М, ВВ-3 и Д-12	ВВ-3, ТВ-8, ТБМ-8 и ВВД-8
	марка ветроагрегата																	
	ВВ-1, ВВ-2М и Д-12		ВВ-3, ТВ-8, ТБМ-8 и ВВД-8		ВВ-1 и ВВ-2М		ВВ-3М, ВВ-3, ТВ-8, ТБМ-8, и Д-12		все ветроагрегаты									
3	—	740	685	1370	840	420	155	50	2150	2835	3575	24,5	32,0	41,0				
4	—	610	650	1290	1160	860	510	435	3615	4255	4865	41,5	48,5	55,5				
5	—	460	500	1040	1160	1050	840	1130	4680	5220	5080	53,5	59,5	65,0				
6**	—	330	400	770	970	1050	990	2090	5500	5870	6200	63,0	67,0	70,5				
7**	—	600	500	750	690	620	560	2610	4980	5230	5830	57,0	60,0	66,5				

* Проверк означает, что при данных скоростях ветроатрегаг работать не может.

Только для быстроходных ветроагрегатов тихоходные агрегаты применять не рекомендуется.

Таблица 18

Возможные годовые выработки энергии и число часов работы ветроагрегатов (потенциальность скоростей ветра по М. М. Поморцову и Г. Гуллену)

Среднегодовые скорости ветра, м/сек											
		3		4		5		6		7	
выработка энергии на шкиве редуктора или на зажимах генератора, кет.ч, возможное число часов работы											
	кет.ч	ч	кет.ч	ч	кет.ч	ч	кет.ч	ч	кет.ч	ч	кет.ч
ВЭА-1	—	—	51	3700	98	5600	136	6600	162	6100	
ВЭ-2М	—	—	150	3700	260	5600	360	6600	480	6100	
ВП-3М	425	3540	1050	5300	1750	6500	—	—	—	—	
ВВУ-3	440	3400	1260	5200	2400	6300	2800	7000	3700	6500	
ТВ-8, ТВМ-8 и УВД-8 Д-12	4000	4500	8600	6100	12200	7100	—	—	—	—	
	—	—	16500	5300	26000	6500	35000	7300	44000	7200	

П р и м е ч а н и е. Прочерк в графах означает, что при данных средних скоростях ветра применять ветро-
мвигатель не рекомендуется.

Т а б л и ц а

Возможная выработка ветронасосных агрегатов ($K_{\text{экс}} = 0,8$; $K_c = 1,0$, повторяемость скоростей ветра по М. М. Поморцеву и Г. Гуллену)

Среднегодовая скорость ветра, м/сек	Суммарный напор, с которым работает установка, м	Марка ветроагрегата			
		ВП-3М	ВВ-3	ВВУ-3	ТВ-8, ТВМ-8, УВД-8 (насос Φ 120 мм, ход 250 мм)
		суммарная годовая выработка, м³			
3	10	4 800	4 400	3 950	—
	25	2 220	5 000	2 720	10 150
	50	—	—	—	7 360
4	10	7 820	5 800	7 500	—
	25	4 700	9 100	5 800	15 900
	50	—	—	—	12 800
5	10	10 700	7 450	10 080	—
	25	7 250	9 650	7 250	21 200
	50	—	—	—	18 100
6	10	—	8 700	13 500	—
	25	—	11 100	10 030	26 000
	50	—	—	—	22 300
7	10	—	7 850	12 350	—
	25	—	10 000	9 300	—
	50	—	—	—	—

Примечание. Агрегаты ВП-3М, ТВ-8 и УВД-8 не рекомендуется применять в зонах с $V_{\text{ср. г}} > 5,5-6$ м/сек.

выработки, возможной по ветровым условиям (табл. 18), составила фактическая. Для этого количество энергии, выработанной двигателем, делят на величину, приведенную в таблице, и умножают на 100, получая результат в процентах. Практически выработка в условиях колхозов и совхозов может достигать 70—80% от максимальной.

Опыт показывает, что использование большинства ветроагрегатов часто не превышает 40—50%. Это вызвано их неправильной эксплуатацией и неполной загрузкой. Только при комплексном использовании двигателей ТВ-8, УВД-8 и Д-12 для работы с группой рабочих машин $K_{\text{экс}}$ может быть доведен до 70—80% и выше.

При пользовании данными таблицы 18 надо учитывать, что выработка двигателя распределяется в течение года неравномерно. Например, в большинстве центральных районов страны обычно больше энергии вырабатывается в осенне-зимний период, когда

ветровой режим интенсивнее. В этих районах на октябрь — март приходится до 60—65% всей возможной годовой выработки. Это важно, так как увеличение выработки совпадает с большей потребностью в данный период в энергии в связи со стойловым содержанием скота, увеличением количества перерабатываемых кормов и более продолжительным освещением. Напротив, во многих районах Туркменской ССР более сильные ветры наблюдаются весной и летом, когда овцы находятся на пастбищах.

Чтобы правильно эксплуатировать агрегат и достичь максимальной производительности, машинисту важно знать также, сколько часов будет работать ветродвигатель с данной мощностью.

В таблице 18 указано число часов работы двигателя в год при различных действующих скоростях ветра, которым соответствуют определенные мощности, при $K_{\text{экс}} = 0,8$. Мощность находят по характеристике двигателя. Например, двигатель ТВ-8 в районах с $V_{\text{ср. г}} = 5$ м/сек будет работать 1050 ч при действующей скорости ветра 6 м/сек; следовательно, в течение этого времени он будет развивать мощность 2,5 л. с.

Приведенные в таблице 19 данные по суммарному количеству воды, которое может поднять насосный агрегат при разных ветровых режимах и глубинах водоисточников, относятся к случаю, когда дебит колодца выше максимальной производительности установки, а объем резервного бака достаточно велик, чтобы вместить всю воду, поднимаемую двигателем, особенно в периоды длительных и сильных ветров. В действительности бак имеет ограниченный объем, и, когда он заполнен, приходится останавливать двигатель или сливать воду обратно в колодец. На пастбищах же при подъеме воды из малодебитных колодцев двигатель некоторое время может работать вхолостую из-за отсутствия воды. Снижение производительности из-за указанных причин учитывают коэффициентом совпадения графиков выработки и потребления K_c , который для пастбищных установок при сезонном их использовании можно принимать равным 0,75—0,95 (в зависимости от соотношения объема бака, производительности агрегата, характеристики водоисточника и потребления воды), а при годовом использовании — 0,6—0,9. Поэтому, чтобы определить реальную выработку Q_p , нужно возможную выработку энергии Q_v , взятую из таблицы 19, умножить на K_c .

$$Q_p = Q_v \cdot K_c \cdot m^3.$$

Сезонную или полугодовую выработку и число часов работы двигателя в районах, где $V_{\text{ср. сез}}$ ($V_{\text{ср. полугод}}$) равна $V_{\text{ср. г}}$, получают, деля данные, взятые из таблиц 18 и 19, соответственно на 4 или на 2.

Зная выработку Q_p агрегата за период, нетрудно подсчитать среднесуточную производительность, а также определить экономическую эффективность его применения.

Эксплуатация ветронасосных агрегатов на пастбищах

Ветронасосные агрегаты на пастбищах эксплуатируются в более тяжелых условиях, чем агрегаты, работающие на фермах.

Поэтому требуется особое внимание обслуживающего персонала к наладке агрегатов, проведению технических уходов и ремонтов. В этих условиях даже небольшая неисправность может быстро привести к поломке или разрушению ветродвигателя, а также выходу из строя водоподъемного оборудования. Так как почти все ветронасосные установки обычно работают без теплового резервного двигателя, то обеспеченность животных водой полностью зависит от технического состояния агрегата. Кроме того, важное значение имеет объем резервного бака: чем больше объем бака, тем легче обеспечить бесперебойное снабжение водой животных.

Ветроводоподъемные установки ВП-3 и ВП-3М рекомендуются для работы на летних пастбищах при температуре окружающего воздуха не ниже -3° . Уход за установкой заключается в основном в систематической смазке всех трущихся деталей, проверке и регулировке оттяжек мачты, а также в своевременной замене сшивки стыков перфорированной водоподъемной ленты.

Периодически проверяют натяжение спиц ветроколеса и, если необходимо, подтягивают их, шплинтуя после каждого раза соединения или устанавливая стопорные шайбы или контргайки для предотвращения самоотвинчивания гаек. Надо помнить, что ослабление нескольких спиц ветроколеса велосипедного типа может привести к его поломке.

Без смазки в воде работают оси натяжного шкива водоподъемника. Поэтому нужно периодически проверять состояние осей и изнашившиеся своевременно заменять. Автоматическое устройство пуска и остановки агрегата нормально работает только тогда, когда гибкий прорезиненный шланг и балластный бачок не пропускают воду. При прорыве шланга его заменяют новым или приклеивают заплату резиновым клеем. Течь в бачке устраняют пайкой.

Если водоподъемник эксплуатируют при низкой температуре воздуха, следует тщательно утеплить кожух, отводной рукав и трубопроводы. При этом механизм автоматического пуска и остановки рекомендуется отключать. При очень больших скоростях ветра (20 м/сек и более) рекомендуется принудительно выводить ветроколесо из-под ветра, останавливая двигатель.

Ветроводоподъемник ВВУ-3 эксплуатируют обычно в тех же условиях, что и установку ВП-3М. После монтажа двигателя и пуска установки в эксплуатацию через 5—7 дней ее работы проводят первый технический уход: проверяют затяжку

всех внешних болтовых соединений, натяжных гаек (тандеров) растяжек и, если необходимо, подтягивают их. Контролируют работу механизма автоматического регулирования числа оборотов и мощности: если ослабили гайки, крепящие махи в ступице, их подтягивают до устранения люфта. Однако туго затягивать нельзя, так как это затруднит поворот лопастей и ухудшит работу регулятора. Прежде чем подтянуть гайку, ослабляют стопорный винт, поворачивают гайку наполовину или один оборот, а затем полностью, до отказа, заворачивают стопорный винт. Проверяют, есть ли шплинты на деталях кинематической связи регулирующего устройства и смазка в трущихся парах, особенно в шарнирах системы регулирования.

Через каждый месяц работы ветроводоподъемника проводят технический уход № 2, во время которого выполняют все операции технического ухода № 1 и дополнительно проверяют работу всех механизмов, добавляют смазку в головку и нижний редуктор, очищают машину от пыли и грязи.

Если установку используют на сезонных пастбищах, в конце сезона или перед ее консервацией выполняют технический уход № 2 и, кроме того, смазывают все узлы и механизмы ветроводоподъемника в соответствии с таблицей смазки. При работе установки в течение года технический уход № 2 выполняют 2 раза в год: перед наступлением зимы и в конце весны. Перед смазкой рекомендуется промыть керосином или соляровым маслом редукторы, шарниры и трущиеся пары, удалив с них старую смазку. Зимой в качестве консистентной смазки для узлов механизма регулирования можно применять только смазку УН или смазку ЦИАТИМ-201, а летом, кроме того, и смазку УС.

Редукторы усиленно изнашиваются в тех случаях, когда плохо смазываются шестерни и подшипники. Поэтому нужно периодически проверять уровень смазки в головке и нижнем редукторе. Масло заливают через верхнее отверстие в корпусе редуктора специальной масленкой до тех пор, пока оно не будет выходить из нижнего отверстия. При выполнении сезонного технического обслуживания проверяют осевой люфт горизонтальных валов головки и нижнего редуктора, а также вала ведущего шкива. Если обнаружен люфт, вскрывают крышки подшипников, снимают с каждой стороны одинаковое количество регулировочных прокладок и вновь устанавливают крышки на место. Натяг роликовых конических и шариковых радиальных подшипников устанавливают таким, чтобы вал можно было легко прокрутить от руки, а зацепление шестерен не было бы нарушено.

Если ветроводоподъемник будет эксплуатироваться зимой при температуре ниже нуля, то тщательно утепляют оголовки колодца, резервный бак, водосборник и сливную трубу. Балластный бачок механизма автоматического пуска и остановки двигателя отъединяют, консервируют и отправляют на склад. Если большинство

проволочек троса, которым натяжной шкив водоподъемной ленты привязан к оголовку или ушку водосборника, проржавело или веревка, применяемая вместо троса, износилась. Их заменяют. Если этого своевременно не сделать, то в случае обрыва перфорированного ремня трос (веревка) не выдержит веса натяжного шкива и он упадет в колодец.

Для присоединения генератора к двигателю устанавливают на мачте чугунный крошштейн 5 (см. рис. 57), к которому тремя болтами крепят генератор 4 так, чтобы его шкив 3 и шкив 1 отбора мощности нижнего редуктора находились в одной плоскости. Для надевания клинового ремня разъединяют одну растяжку нижнего яруса и после того, как ремень будет накинута на шкивы, натягивают его и устанавливают растяжку в прежнее положение. При малых скоростях ветра (до 5,5 м/сек), а также при полностью заряженных аккумуляторных батареях рекомендуется снять со шкива клиновой ремень. Это облегчит трогание с места ветроколеса и повысит обеспеченность водой вследствие того, что оно начнет работать при меньших скоростях ветра.

Ветроводоподъемник ВВ-3 — быстроходная машина, поэтому ее подвижные детали во время работы испытывают большие напряжения. Особенно большие усилия возникают в криповишном механизме и деталях, совершающих возвратно-поступательное движение (штанга и водоподъемные трубы). Кроме своевременной смазки узлов, машинист во время эксплуатации машины должен проверять затяжку болтовых соединений уголков фермы мачты и болтов, крепящих ферму хвоста и его оттяжку к корпусу головки. Если эти соединения ослабли, во время работы появляется тряска и вибрация двигателя, что может привести к поломке ветроколеса.

В случае течи воды во фланцах, соединяющих отсеки труб, или нарушения жесткости колонны водоподъемных труб нужно подтянуть болты. Болты подтягивают равномерно, чтобы не было перекоса и оси отдельных отсеков составляли одну прямую линию. Для герметичности конусных соединений при затяжке болтов легко постукивают деревянным молотком по буртикам конусных фланцев. Растяжки труб должны быть все время хорошо натянутыми. Если одна из растяжек надорвана, ее заменяют новой.

ГЛАВА 13

Эксплуатация ветронасосных агрегатов на фермах и на орошаемых участках

Большинство двигателей типа ТВ-5, ТВ-8, ТВМ-8 и УВД-8 используют для механизации подъема воды на животноводческих фермах. Агрегаты с двигателями Д-12 работают обычно с ком-

плексом машин. Бесперебойное снабжение хозяйства водой достигается устройством при каждой установке резервного бака или водонапорной башни, а также правильной эксплуатацией. Большинство насосных агрегатов на фермах работает без резерва (теплого или электрического двигателя), поэтому обеспеченность хозяйства водой часто полностью зависит от технического состояния ветродвигателя и водоподъемного оборудования, а также от объема резервного бака.

Агрегаты, используемые для орошения, не оборудуют баками. Поднимаемую воду сливают в котлован, расположенный на возвышенном месте, откуда она самотеком поступает на орошаемые участки. Если же котлована нет, по каналам поднятую воду направляют на обвалованные участки. Зимой запас воды в некоторых хозяйствах создают намораживанием ее, т. е. получают наледь. При наступлении весны лед постепенно тает и вода растекается по участкам, увлажняя почву.

Основное преимущество ветрооросительного агрегата заключается в том, что использование его в течение всего года, в том числе и зимой, когда ветры особенно сильны, повышает годовую выработку агрегата и снижает стоимость подъема воды.

НЕОБХОДИМАЯ ЕМКОСТЬ БАКА

Емкость бака, сооружаемого при ветронасосном агрегате, определяется суточным потреблением воды и зависит также от ветрового режима района, главным образом от максимальной длительности затиший, когда скорость ветра меньше 3—4 м/сек (в зависимости от типа агрегата).

Если ветродвигатель не имеет резервного теплового двигателя, то для обеспечения снабжения фермы водой в те дни, когда установка из-за отсутствия ветра не работает, нужно иметь бак емкостью не менее

$$W_6 = q_{\text{сут}} \cdot t_{\text{зат}} \cdot K \text{ м}^3,$$

где $q_{\text{сут}}$ — среднее суточное потребление воды, м³;

$t_{\text{зат}}$ — наиболее длительный период затиший, дней;

K — коэффициент неравномерности суточного потребления воды. Он находится в пределах 1,2—1,3.

В районах, где $V_{\text{ср.г}} = 4—6 \text{ м/сек}$, периоды затиший составляют обычно 2—3 суток, однако 2—3 раза в году могут продолжаться 5—7 дней. Поэтому рекомендуется устанавливать резервный бак емкостью, равной двух-трехсуточному потреблению воды. Для этого достаточно иметь на ферме 1—2 сборноблочные водонапорные башни системы А. А. Рожновского емкостью 25 м³.

В сельхозартели имени Кирова Стрелецкого района Курской области суточное потребление воды составляет в среднем 16—18 м³.

Вода, поднимаемая из скважины установкой ТВ-8, подается в сооруженный в земле на возвышенном месте железобетонный бак емкостью 110 м³, откуда поступает в животноводческие постройки. Благодаря большому объему бака даже при отсутствии ветра фермы полностью обеспечиваются водой.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЕТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Ветродвигатель ТВ-5, работающий с поршневым насосом НП-95, имеет следующую производительность (табл. 20).

Таблица 20

Производительность ветронасосного агрегата с двигателем ТВ-5 и насосом НП-95

Суммарный напор воды, м	Ход поршня насоса, мм	Скорость ветра, м/сек					
		3	4	5	6	7	8 и выше
		производительность, л/ч					
10	400	1350	1915	2465	3010	3530	4050
	300	1048	1470	1870	2270	2650	3840
20	400	1123	1760	2330	2900	3440	3970
	300	930	1380	1800	2210	2620	3000
40	400	694	1420	2090	2680	3270	3820
	300	685	1200	1660	2100	2500	2920
60	400	433	1090	1820	2480	3090	3680
	300	214	1005	1510	1970	2410	2830

По этим данным и годовой повторяемости скоростей ветра можно подсчитать годовую выработку ветронасосного агрегата и определить, сможет ли он обеспечить потребности хозяйства в воде.

Допустим, что в среднем на ферме расходуется 20 м³ воды в сутки. Принимаем следующее: в отдельные периоды суточный расход превышает средний в 1,3 раза; агрегат вследствие простоев при ремонте, обслуживании и т. д. эксплуатируется 70—80% времени (когда есть ветер). Тогда в час необходимо поднимать

$$\frac{20 \cdot 000 \cdot 1,3}{24 \cdot 0,75} \approx 1450 \text{ л воды.}$$

Пусть суммарный напор равен 60 м, дебит колодца 3 м³/ч, а $V_{ср.г} = 4,5-5 \text{ м/сек}$. В этих условиях при скорости 5 м/сек производительность установки должна быть 1450 л/ч. Скорость 5 м/сек принимаем потому, что она повторяется значительное

число часов в году. По таблице 20 находим: ветродвигатель ТВ-5 при ходе поршня 300 мм будет давать 1510 л/ч. Это обеспечит потребность фермы в воде.

Из этой таблицы видно, что максимальная производительность ветроагрегата (2830 л/ч) при скоростях ветра 8 м/сек и больше не превышает дебита источника, а это важно, так как при более высокой производительности можно испортить водоисточник и вывести из строя насос из-за попадания песка и других твердых частиц.

Принимая $K_{экс} = 0,75$, по таблице 21 нетрудно определить годовую выработку ветроагрегата, а поделив ее на 365—среднесуточную производительность. Следует иметь в виду, что летом средняя производительность обычно ниже, а зимой и осенью выше среднесуточной.

Для нашего случая расчет сведен в таблицу 21*.

Таблица 21

Расчет годовой производительности ветроагрегата с двигателем ТВ-5

Скорость ветра, м/сек	Число часов работы ветродвигателя в год при этой скорости	Часовая производительность л/ч по таблице 20	Суммарная производительность, м³
3,5	460	600	276
4,0	1040	1005	1045
5,0	1160	1510	1750
6,0	1050	1970	2070
7,0	840	2410	2020
8,0 и выше	1130	2830	3200

Годовая выработка 10 361 м³, среднесуточная 28,4 м³.

Следовательно, ветродвигатель полностью обеспечит хозяйство водой, но для этого нужно иметь бак емкостью хотя бы 35—40 м³.

Чтобы машинист всегда знал уровень воды в баке, целесообразно изготовить следующее устройство. На верхней кромке бака устанавливают ролик, через который перебрасывают трос или веревку. На одном конце веревки, находящемся в баке, крепят поплавок, а на другом, внешнем, — стрелку с грузиком, показывающую уровень воды.

Двигатель ТВ-5 — надежная машина и при хорошем уходе безаварийно работает 15 и более лет. Главное, на что нужно обращать внимание при его эксплуатации, — это своевременная смазка узлов, подтяжка соединений, в первую очередь болтов колеса. Двигатель ТВ-5 устанавливают обычно над водоисточником, и, следовательно, если производится даже небольшой ремонт, связанный с остановкой двигателя, подъем воды другими средствами

* Среднегодовая скорость ветра принята 5 м/сек.

груз должен уравнивать половину веса столба воды в нагнетательном трубопроводе и вес штанг. Если груз выбран правильно, двигатель начинает работать при меньших скоростях ветра. Средний вес груза или грузового ящика¹ балансира, при котором обеспечивается плавная работа двигателя, должен быть (при постоянном плече груза относительно оси качания, равном 1490 мм) примерно следующим (табл. 24).

Таблица 24

Вес груза балансира ветроагрегатов с двигателями ТВ-8 и ТВМ-8

Глубина откачивания, м	Суммарный напор насоса, м	Вес груза балансира, кг	Глубина откачивания, м	Суммарный напор насоса, м	Вес груза балансира, кг
10	30	60	50	70	150
20	40	80	60	80	170
30	50	100	70	90	190
40	60	125	80	100	215

Если плечо короче 1490 мм, вес груза пропорционально увеличивают, чтобы момент относительно оси качания коромысла оставался неизменным. Так, например, если при суммарном напоре 70 м плечо принято 1000 мм, вес груза следует взять равным $\frac{1490 \cdot 150}{1000} \approx 225$ кг. Однако всегда, когда это можно, нужно устанавливать груз на наибольшем плече.

В таблице 24 суммарный напор получен прибавлением 20 м к глубине откачивания. Эти 20 м напора расходуются на преодоление сопротивлений в трубах и подачу воды от уровня земли в бак. Более точно суммарный напор можно определить расчетом.

При установлении хода поршня необходимо, кроме суммарного напора, знать дебит водоисточника, $V_{\text{ср.г}}$ района и суточную потребность хозяйства в воде.

Количество воды, расходуемое на ферме в сутки, можно подсчитать, зная среднее потребление воды различными животными. В стойловый период на одну корову при механизации поения и доения ежедневно расходуется 100—110 л воды. Если коров доят вручную, расход воды снижается до 80—90 л в сутки. Примерно столько же воды потребляет свиноматка с приплодом. На молодняк крупного рогатого скота в возрасте до года ежедневно расходуется по 25—30 л воды, на молодняк старше года — по 45—50 л. В пастбищный период расход воды на каждое животное обычно на 20—30% меньше, чем при стойловом содержании.

Дебит колодца или скважины можно установить по их паспорту, а если его нет, то пробным откачиванием воды и последующим на-

полнением колодца. Для этого замеряют количество откачанной воды, отмечают время откачки, наполнения и расстояние от поверхности земли или от верхней части сруба колодца до уровня воды. Откачивать нужно быстро, чтобы количество откачанной воды значительно превышало дебит и в источнике понижался уровень воды.

В момент начала откачки измеряют уровень воды и отмечают время. Когда уровень понизится на 1—2 м, откачку прекращают и определяют количество откачанной воды. После этого ожидают, пока вода в колодце не достигнет прежнего уровня, который измеряют рейкой через каждые 10—15 мин, и отмечают время восстановления уровня. Для определения дебита делят количество откачанной воды на время, которое потребовалось для ее откачки и восстановления прежнего уровня воды в колодце.

Пример. Определить дебит колодца по результатам пробной откачки и последующего наполнения (табл. 25).

Таблица 25

Измерение уровня воды для определения дебита колодца

Откачка			Наполнение	
время	расстояние до уровня воды, м	откачено воды, л	время	расстояние до уровня воды, м
8 ч 10 мин	13,5	—	8 ч 30 мин	14,3
8 » 15 »	13,7	900	8 » 45 »	14,1
8 » 20 »	13,9	1000	9 » 00 »	13,9
8 » 25 »	14,1	1000	9 » 15 »	13,7
8 » 30 »	14,3	1000	9 » 30 »	13,5
Всего	—	3900	—	—

Из таблицы видно, что за время, прошедшее с начала откачки до окончания наполнения, т. е. за 1 ч 20 мин, выкачено 3900 л воды и такое же ее количество вновь наполнило колодец. Следовательно, средний дебит будет:

$$\frac{3,9 \text{ м}^3}{1,33 \text{ ч}} \approx 2,92 \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ или } \frac{2920 \text{ л}}{3600 \text{ сек}} \approx 0,81 \text{ л/сек.}$$

При эксплуатации ветронасосных агрегатов с двигателями ТВ-8 и ТВМ-8 следят за тем, чтобы в течение всего времени, когда работает только один насос, передача к шкиву была отключена. Для этого малую шестерню среднего вала редуктора сдвигают вдоль шпонки и выводят ее из зацепления с большой шестерней. В новом положении шестерню закрепляют на валу стопорным болтом на ступице шестерни. Если бак полностью заполнен водой и насос не должен работать, его отключают. Шестерни лебедки переключают только при полностью остановленном двигателе. Во избежание несчастных случаев необходимо до пуска агрегата в эксплуатацию оградить лебедку, а еще лучше сделать сплошной

¹ Некоторые двигатели ТВ-8 выпущены с балансирами, имеющими не грузы, а грузовые ящики, заполненные камнем.

короб, закрывающийся на замок. На зиму насосную шахту, трубу и бак утепляют.

Двигатель Д-12 в большинстве случаев нецелесообразно применять только для работы с насосом, так как при этом используется только часть его мощности. Поэтому к двигателю дополнительно присоединяют мельницу, дробилку кормов, силосорезку, а иногда и генератор. Чтобы наиболее полно использовать все ветровое время для работы двигателя с максимальной мощностью и получить наибольшую годовую выработку энергии, нужно содержать в хорошем техническом состоянии привод насоса и заполнять водой резервные баки, а затем в зависимости от скорости ветра, потребности в переработке кормов или получения электроэнергии подключать требуемые машины. Некоторые варианты дополнительного подключения машин к двигателю Д-12, работающему с насосом НП-120 при напоре 60 м, приведены в таблице 26.

Двигатель Д-12 имеет такую же лебедку, как и двигатель УВД-8. Он с насосом НП-120 может поднять при суммарном напоре до 100 м и ходе поршня 300 мм 7—8 м³ воды в 1 ч. За 4—5 ч работы агрегат обеспечивает суточную потребность в воде средней по объему (150—200 голов крупного рогатого скота) фермы.

Особенно желательно использовать двигатель Д-12 при подъеме воды для орошения, так как при этом он может работать целые сутки в течение всего времени, когда есть ветер. Это значительно увеличивает годовую выработку установки.

Основное правило эксплуатации агрегатов, в том числе и комплексных, заключается в том, что мощность, потребляемая присоединенными машинами, должна быть равна мощности двигателя, которую он развивает при данной скорости ветра. Никогда не следует присоединять машины, которые загружают двигатель мощностью больше расчетной.

Таблица 26

Некоторые варианты подключения кормоперерабатывающих машин к ветродвигателю Д-12, работающему с насосом

Средняя скорость ветра, м/сек	Мощность двигателя на шкиве редуктора, л. с.	Подключаемые машины
4	1,6	Корнерезка РКР-2,0, корнеклубеялка МП-2,5, жмыходробилка ДЖ-0,5, картофелеялка КМ-1,5
5	3,1	Жмыходробилка ДЖ-0,5+картофелеялка КМ-1,5
6	5,4	Соломосилосорезка РСБ-3,5, измельчитель кормов ИК-3 + корнеклубеялка МП-2,5 + корнерезка МРК-5
7	8,5	Мельница с жерновами диаметром 890 мм, универсальная дробилка кормов ДКУ-1,2, картофелеялка КМ-1,5 или жмыходробилка ДЖ-0,5
8 и выше	12,7	Любая машина или группа машин с суммарной потребляемой мощностью не более 13 л. с.

От некоторых двигателей (Д-12, ВБ-3 и др.), имеющих центробежно-аэродинамическую или центробежную систему регулирования, можно при скоростях ветра больше 8 м/сек получить мощность, превышающую расчетную. Однако это недопустимо, так как двигатель перегружается, интенсивнее изнашивается его узлы и могут произойти поломки.

При эксплуатации установки с двигателем Д-12, кроме ухода за лебедкой ВЛ и насосом, регулярной подтяжки болтовых соединений и смазки узлов в установленные сроки, необходимо тщательно проверять работу системы регулирования. Периодически регулируют положение стабилизаторов: поворот всех стабилизаторов должен быть одновременным, угол «на останов» ставится +24°, а «на пуск» — 5—6°. Для установки и выверки углов пользуются шаблоном (рис. 113).

Нужно следить за состоянием обшивки крыльев, не допускать эксплуатацию установки с рваной обшивкой, так как влага, попадающая внутрь крыльев, быстро разрушит деревянные детали и вызовет ускоренное ржавление металлических узлов. Повреждение обшивки устраняют установкой заплат с помощью заклепок или пайкой.

Если при неизменной скорости ветра и постоянной нагрузке двигатель не развивает требуемого числа оборотов вследствие более раннего регулирования, подтягивают пружины регулятора.

Своевременно заменяют износившийся сальник переходной коробки и смазывают трущиеся части. Если при неизменном числе ходов поршня производительность насоса снизилась, проверяют состояние клапанов и манжет. В случае износа манжет их заменяют, а клапаны периодически (один раз в 2—3 года) притирают.

ГЛАВА 14

Эксплуатация ветроэлектрических агрегатов

Ветроэлектрические агрегаты и ветроагрегаты, имеющие вспомогательные электрические генераторы, предназначены для зарядки кислотных аккумуляторных батарей.

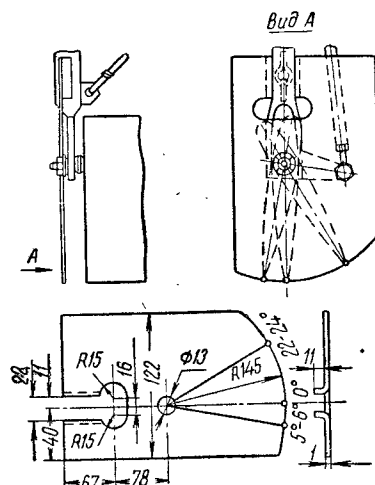


Рис. 113. Шаблон для установки и выверки углов стабилизаторов.

Надежность и постоянство подачи энергии обеспечиваются аккумуляторными батареями, заряжаемыми от ветроагрегата, независимо от того, в каком режиме работает батарея.

Агрегаты можно использовать не только для зарядки батарей, но также для питания дополнительно подключенных потребителей, не перегружая при этом генератор.

Если у генератора есть регулятор напряжения или реле-регулятор, потребитель может быть подключен к агрегату, минуя аккумуляторную батарею.

Агрегат работает с включенными потребителями (без аккумуляторной батареи) только при больших скоростях ветра, особенно в тех случаях, когда величина нагрузки близка к мощности генератора ветрозарядного агрегата. В случае же работы агрегата при скоростях ветра 6—8 м/сек нагрузка должна составлять 25—30% от расчетной мощности генератора. Невыполнение этих требований может привести к остановке ветродвигателя, особенно при снижении скорости ветра.

Ветроагрегаты поставляют в комплекте с аккумуляторными батареями, рассчитанными на работу агрегата в определенных ветровых зонах с заданной нагрузкой.

Таблица 27

Данные свинцовых аккумуляторных батарей, используемых для ветроэлектрических агрегатов

Тип батареи	Номинальное напряжение, в	Емкость при 10-часовом режиме разряда, а·ч	Разрядный ток при 10-часовом режиме разряда, а	Количество электролита на батарею, л	Применение
3-СТ-60	6	60	6,0	2,2	Автомобиль «Москвич-402», мотоколяски СЗА, СЗБ
3-СТ-70	6	70	7,0	2,5	Автомобили ГАЗ-51, ПАЗ-651
3-СТ-84	6	84	8,4	2,7	ГАЗ-67, ЗИЛ-150, ЗИЛ-157
3-СТ-98	6	98	9,8	3,5	ЗИЛ-155, ЗИЛ-158
3-СТ-126	6	126	12,6	4,5	«Урал-355»
3-СТ-135	6	135	13,5	4,8	ЛАЗ-695, тракторы МТЗ-5, МТЗ-7
6-СТ-42	12	42	4,2	3,0	Автомобили «Москвич-402», тракторы ДТ-54, ДТ-54А
6-СТ-54	12	54	5,4	3,8	Автомобили ГАЗ-69, УАЗ-450, трактор ДТ-24
6-СТ-68	12	68	6,8	5,0	Автомобиль ГАЗ-606, тракторы ДТ-14, ДТ-24, ХТЗ-5А, С-100М
6-СТ-128	12	128	12,8	7,2	Автомобили МАЗ-200, МАЗ-501, ПАЗ-652, трактор Т-50В, комбайны СК-3, СК-4

Часто бывает целесообразно использовать батареи большей емкости или, наоборот, применять батареи меньшей емкости. Это может быть в тех случаях, когда снабжение энергией должно быть бесперебойным, ветроагрегат используется в районах с очень хорошими ветровыми условиями или, наконец, когда мощность потребителей несколько выше той, на которую рассчитан агрегат.

В ветрозарядных агрегатах используются автомобильные стартерные батареи, данные которых приведены в таблице 27. Эти батареи обладают повышенной механической прочностью и надежны в различных условиях эксплуатации.

УХОД ЗА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕЕЙ

Аккумуляторную батарею рекомендуется устанавливать в закрытом, сухом и утепленном помещении. В тех районах, где наблюдается низкая температура зимой, нельзя ставить батарею в неотапливаемом помещении, так как она в сильные морозы будет терять до 30% своей емкости и может замерзнуть электролит.

Температура замерзания электролита зависит от его плотности (табл. 28).

Таблица 28

Температура замерзания электролита

Плотность электролита, г/см ³	Температура замерзания электролита, град	Плотность электролита, г/см ³	Температура замерзания электролита, град
1,29	—70	1,17	—18
1,25	—50	1,13	—10
1,21	—27	1,11	—8

В новые аккумуляторные батареи следует залить электролит, плотность которого зависит от климатических условий места установки, времени года, материала сепараторов и степени заряженности пластин (табл. 29).

Электролит готовят из аккумуляторной серной кислоты и дистиллированной воды. В исключительных случаях допускается использовать дождевую воду или воду, полученную при таянии снега. Для этих целей нельзя применять техническую (неочищенную) кислоту, а также дождевую воду, собранную с железных крыш или хранившуюся в железных сосудах, так как это ускоряет саморазрядку и разрушение пластин аккумуляторной батареи и уменьшает ее емкость. При смешивании кислоты с водой необходимо пользоваться стеклянной или керамической посудой. Для приготовления электролита в сосуд сначала наливают необходимое количество воды, а затем добавляют тонкой струей серную

Таблица 29

Плотность электролита при +15° для аккумуляторных батарей

Условия установки и время года	Электролит	Марки аккумуляторных батарей			
		3-СТ-70 и 3-СТ-84 завода ПАЗ	завода ПАЗ (кроме 3-СТ-70 и 3-СТ-84)	Ленинградского завода (марка «Омега» со стрелой)	Саратовского завода (марка «Маяк»)
Теплое помещение летом и зимой	Заливаемый при первом заряде	1,30	1,27	1,20	1,12
	После полного заряда	1,27	1,27	1,27	1,27
Холодное помещение с температурой до -25° зимой	Заливаемый при первом заряде	1,31	1,285	1,20	1,12
	После полного заряда	1,285	1,285	1,285	1,285

кислоту, непрерывно помешивая раствор стеклянной палочкой. Так как при разбавлении кислоты выделяется тепло и электролит нагревается, его следует остудить до температуры ниже +25° перед заливкой в аккумуляторную батарею.

Количество серной кислоты плотностью 1,83 г/см³ и дистиллированной воды для составления электролита можно определить по таблице 30.

Таблица 30

Состав электролита разной плотности

Плотность электролита при +15°, г/см ³	Количество серной кислоты на 1 л воды, см ³	Плотность электролита при +15°, г/см ³	Количество серной кислоты на 1 л воды, см ³
1,12	112	1,21	245
1,14	133	1,24	295
1,15	142	1,27	345
1,16	155	1,28	365
1,17	167	1,30	405
1,19	191	1,32	450

Плотность электролита измеряют с помощью ареометра, а уровень электролита — стеклянной трубкой. При понижении уровня электролита в аккумулятор доливают только дистиллированную воду. Доливать в батарею электролит нужно только тогда, когда точно известно, что уровень понизился из-за выплескивания электролита.

При заливке электролита вывертывают пробки из крышек бака батареи и снимают с пробок герметизирующие прокладки. Из аккумуляторных батарей, имеющих на крышках вентиляцион-

ные штуцеры, удаляют трубки, вывертывают пробки и плотно надевают их на вентиляционные штуцеры. Снятые прокладки и трубки в дальнейшем в батареях не используют. Электролит заливают так, чтобы его уровень был на 10—15 мм выше предохранительного щитка или верхних кромок сепараторов.

Аккумуляторные батареи заряжают постоянным током через 4—6 ч после заливки электролита.

Величина зарядного тока для аккумуляторных батарей различных марок приведена в таблице 31.

Таблица 31

Величина зарядного тока

Марка аккумуляторной батареи	Величина зарядного тока <i>a</i> , для батарей		Марка аккумуляторной батареи	Величина зарядного тока <i>a</i> , для батарей	
	незаряженных	сухозаряженных		незаряженных	сухозаряженных
3-СТ-60	3,5	5,0	6-СТ-42	3,0	4,0
3-СТ-70	5,0	6,5	6-СТ-54	3,5	5,0
3-СТ-84	6,0	8,0	6-СТ-68	4,5	6,0
3-СТ-98	6,5	9,0	6-СТ-128	7,0	10,0
3-СТ-126	7,5	10,0			
3-СТ-135	7,5	10,0			

Первый заряд лучше всего производить от источника тока с постоянным напряжением (сеть, тепловая электростанция).

Обычно продолжительность первого заряда может колебаться от 25 до 50 ч для незаряженных батарей и 3—8 ч для сухозаряженных. Зарядку заканчивают при появлении обильного газоделения («кипения») во всех аккумуляторах. В конце заряда плотность электролита должна соответствовать величинам, указанным в таблице 29. Если плотность отличается от табличной, то ее доводят до нормы, соответствующей району эксплуатации, добавляя воду или электролит плотностью 1,4 г/см³. В дальнейшем батареи любого типа, находящиеся в эксплуатации, заряжают током, величина которого не должна превышать тока первого заряда для сухозаряженных батарей.

При уходе за аккумуляторной батареей контакты, зажимы и переключатели очищают от грязи и окислов и смазывают смазкой УН (техническим вазелином). Окислы и грязь удаляют тряпкой, смоченной в нашатырном спирте.

Не следует разряжать аккумуляторы ниже 1,7 в, что соответствует 5,1 в для аккумуляторной батареи напряжением 6 и 10,2 в для батареи напряжением 12 в. Лучшая сохранность обеспечивается при разряде шестивольтовой батареи до 5,4 и двенадцативольтовой до 10,8 в.

Уровень и плотность электролита проверяют не реже двух раз в месяц. При испарении электролита в аккумуляторную батарею добавляют дистиллированную воду.

Периодически проверяют нагрузочной вилкой напряжение на зажимах каждого аккумулятора. Для этого наконечники вилки поочередно плотно прижимают к выводным штырям аккумуляторов и держат нажатыми в течение 5 сек.

Степень разряженности батареи определяют по показанию вольтметра (табл. 32).

Таблица 32

Показания вольтметра нагрузочной вилки, в	Разряженность аккумуляторной батареи, %	Показания вольтметра нагрузочной вилки, в	Разряженность аккумуляторной батареи, %
1,8—1,7	0 (полностью заряжена)	1,5—1,4	75
1,7—1,6	25	1,4—1,3	100
1,6—1,5	50		

Эти величины приближены и могут изменяться в зависимости от типа и емкости батареи.

В случае хранения батареи с электролитом ее необходимо периодически подзаряжать, иначе разрушаются пластины и снижается емкость батареи. В батарее с разрушенными пластинами при зарядке быстро повышается напряжение, электролит нагревается и начинается бурное газообразование, а при разрядке напряжение также быстро понижается.

Не реже одного раза в год выливают электролит и осадок из аккумулятора, промывают его чистой дистиллированной водой, заливают свежим электролитом и вновь заряжают.

• УХОД ЗА ГЕНЕРАТОРОМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРОЙ

Технический уход за генератором проводят не реже одного раза в десять дней. При этом коллектор очищают от грязи и нагара мягкой тряпкой или замшей, смоченной в бензине. При сильном загрязнении коллектор очищают мелкой стеклянной шкуркой, прижимаемой деревянной колодкой. Если щетки износились больше чем на 12—15 мм, их заменяют новыми.

Проверяют надежность всех контактных соединений генератора.

Через 300—500 ч работы агрегата (через 1—2 месяца) в подшипники добавляют смазку. После 2—3 пополнений удаляют старую смазку и полость подшипников на $\frac{2}{3}$ объема заполняют новой смазкой ЦИАТИМ-201 или УС. Если смазку подшипников

нельзя осуществить с помощью пресс-тавотницы, необходимо ввести смазку под крышки подшипников.

Одновременно с обслуживанием генератора проверяют работу электрического щитка. Особое внимание обращают на надежность контактов проводов в местах присоединения к приборам, клеммникам и аппаратам и на чистоту контактов реле-регуляторов. Окислы удаляют мягкой тряпкой, смоченной в бензине.

Проверяют, не закручен ли кабель, идущий от генератора к электрическому щитку. В малых ветроагрегатах кабель не имеет токоъемников и в процессе эксплуатации закручивается, поэтому его периодически отъединяют от щита и раскручивают, после чего вновь соединяют со щитом, соблюдая маркировку проводов.

УХОД ЗА ДВИГАТЕЛЯМИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

Ветродвигатель осматривают не реже одного раза в месяц. При этом проверяют затяжку болтов, действие системы регулирования и механизма ручной остановки.

В первую неделю после установки агрегата внимательно следят за его работой, особенно за работой регулятора, который должен вступать в действие без рывков и не допускать значительного повышения скорости вращения колеса.

Не следует включать ветродвигатель, если он не несет полезной нагрузки (особенно при больших скоростях ветра). Это увеличит срок службы агрегата.

Рекомендуется останавливать по возможности агрегат в случае приближения грозных облаков, прохождение которых связано с резким изменением скорости и направления ветра.

Запрещается пускать в работу агрегат с обледенелыми лопастями.

Обмерзание лопастей и элементов регулятора приводит к тряске агрегата вследствие нарушения балансировки лопастей и к опасным повышениям скорости вращения. Лед сбивают вручную деревянной палкой, осторожно ударяя по лопастям.

Если лед ударами палкой удалить не удастся, ставят агрегат на землю, отогревают лопасти горячей водой, протирают их насухо и смазывают элементы регулятора.

После сильных и длительных дождей, пыльных бурь заменяют густую смазку во всех смазываемых местах.

Узлы агрегата необходимо смазывать в сроки, указанные в таблице смазки.

Если агрегат работал при сильном ветре или во время бури, его необходимо тщательно осмотреть, подтянуть болты, растяжки и устранить обнаруженные неисправности.

УХОД ЗА ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ АГРЕГАТАМИ

Агрегат ВЭА-1 при скоростях ветра от 3 до 11 м/сек работает с переменной мощностью и скоростью вращения. При скорости ветра более 11 м/сек головка агрегата с ветроколесом начинает отклоняться от вертикального положения, вследствие чего уменьшается мощность агрегата.

Если головка агрегата не поворачивается, то это связано с заеданием оси поворота головки или смещением балансирующего груза. Повышение скорости вращения выше допустимой может привести к порче селеновых выпрямителей. Техническое обслуживание агрегата сводится в основном к уходу за аккумуляторной батареей и к осмотру ветроагрегата, который проводят один раз в месяц.

Следует иметь в виду, что система регулирования агрегата не обеспечивает жесткого ограничения скорости вращения, а генератор не имеет регулятора напряжения, поэтому во избежание пробоя шайб селенового выпрямителя нельзя включать агрегат без нагрузки или без аккумуляторной батареи. В случае отсутствия нагрузки или аккумуляторной батареи перед пуском агрегата отключают селеновый выпрямитель от генератора с помощью выключателей на щитке.

Агрегат ВЭА-1 может работать с любой кислотной аккумуляторной батареей напряжением 6 в. Однако для работы достаточно иметь батарею 3-СТ-60, которая обеспечивает бесперебойное питание подключенной нагрузки, состоящей из экономичных автомобильных ламп, радиоприемников с полупроводниковыми триодами и экономичными лампами с батарейным питанием.

При работе агрегата на зарядку аккумуляторных батарей можно использовать скорости ветра от 3 до 20 м/сек.

Расчетный режим агрегата соответствует скорости ветра 11 м/сек. При скорости ветра 17 м/сек мощность возрастает до 50 вт (рис. 114). Желательно, чтобы мощность нагрузки, подключаемой на 6—8 ч в сутки, не превышала 15—25 вт. Это позволит включить автомобильные лампы АЗ, А42 с силой света 15 и 21 св и световым потоком 190 и 214 лм, а также другие лампы меньшей мощности.

По опытным данным, стоимость 1 квт·ч энергии, выработанной агрегатом ВЭА-1, составляет 8—9 коп. при стоимости агрегата около 60 руб. При средней скорости ветра за 2 месяца 6,57 м/сек среднесуточная выработка достигла почти 600 вт·ч. Агрегат обеспечивал питание четырех ламп 3 св ежедневно в течение 6—11 ч, и батарея при этом в отдельные часы разряжалась только на 25—30%.

Агрегаты ВЭ-2 и ВЭ-2М имеют генераторы переменного тока без регуляторов напряжения и ограничителей тока. Аккумуляторные батареи заряжают с помощью селенового выпрямителя.

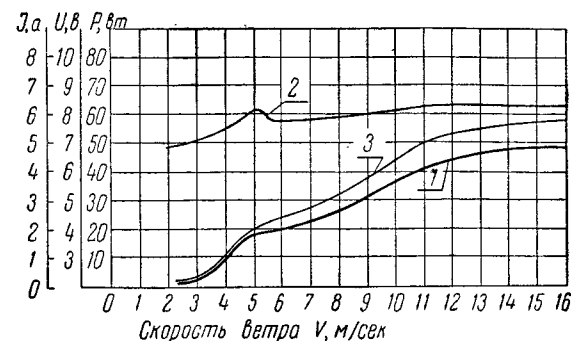


Рис. 114. Характеристики мощности (1), напряжения (2) на зажимах выпрямителя и зарядного тока (3) агрегата ВЭА-1.

Поэтому во время работы этих агрегатов нельзя отъединять батарею от генератора, так как при сильном ветре напряжение может повыситься выше допустимого и селеновый выпрямитель выйдет из строя.

Агрегаты могут заряжать любую батарею емкостью до 135 а·ч при скорости ветра от 3 до 30 м/сек.

В качестве нагрузки применяют 12-вольтовые осветительные автомобильные лампы (А26, А28, А55, А $\frac{12-32}{12-4}$), имеющие силу света 21—100 св и световой поток от 264 до 750 лм.

Агрегат может также питать сельские радиоузылы КРУ-2 и КРУ-10, а также радиоприемники, а в отдельных случаях и экономичные телевизоры. Для этого агрегат должен иметь преобразователь тока и специальные приставки.

Максимальная нагрузка агрегата в районах со среднегодовой скоростью ветра 4—6 м/сек не должна превышать 60—70 вт. Обычно агрегат при скорости ветра 8 м/сек развивает до 80 вт мощности выпрямленного тока.

Стоимость 1 квт·ч электроэнергии, выработанной агрегатом, составляет около 3,5 коп. при стоимости ветроагрегата около 100 руб. Опыт показывает, например, что при средней скорости ветра 4,3 м/сек среднесуточная выработка электроэнергии (по переменному току) в январе—феврале достигала 816 вт·ч, что позволяло ежедневно в течение 6—8 ч питать токком нагрузку мощностью 70—80 вт.

Неравномерное распределение скоростей ветра не всегда позволяет использовать всю возможную выработку, поэтому фактическая выработка, которую можно полезно использовать, будет на 20—30% ниже расчетной.

Для улучшения условий использования ветроагрегатов ВЭ-2 и ВЭ-2М целесообразно снабдить их двумя аккумуляторными батареями 6-СТ-128. В этом случае можно обеспечить:

- питание радиостанции типа «Урожай» при работе в течение 2 ч в сутки;
- питание радиоузлов КРУ-2 и КРУ-10 в течение 10 ч в сутки;
- местное освещение с расчетной мощностью от 40 до 140 *вт*.

Ветрозарядные агрегаты обеспечивают надежную радиофикацию в районах, удаленных от электрических сетей, а также освещение помещений чабанских бригад на пастбищах, полевых станов и др. Для освещения используют лампы автомобильного типа, основные технические данные которых приведены в таблице 33. Эти лампы имеют малый срок службы и при полном накале выходят из строя после одного месяца работы, поэтому целесообразно подводить к ним пониженное напряжение. Понижение напряжения обеспечивается при удалении ламп на 5—10 м от аккумуляторных батарей, если провода выбраны по допустимому току. Если лампы находятся возле батарей, напряжение можно снизить, применяя провод пониженного сечения, рассчитанный на прохождение рабочего тока без перегрева изоляции.

Таблица 33

Технические данные некоторых ламп автомобильного типа, применяемых для освещения

Тип лампы	Тип цоколя	Напряжение, в	Мощность, <i>вт</i>	Сила света, <i>св</i>	Световой поток, <i>лм</i>	Средняя продолжительность горения, ч
A26	1П-15-1	12	18,6	21	264	200
A27	2П-15А-1	12	26,8	27	339	200
A28	2Ф-Д30-4	12	41,6 + 18,6	50 + 21	500 + 202	200
A38	2Ф-Д30-4	12	41,6 + 18,6	50 + 21	628 + 264	300
A39	1Ф-Д42-1	12	18,6	21	224	250
A55	2Ф-Д42-1	12	43 + 30,4	60 + 40	607 + 407	200
A57	2Ф-Д42-1	12	80	—	1440	125
A 12-32 12-4	2Ф-Д42-1	12	27,7/7,4	32/4	402/503	300/1000
A 12-32 12-4	2П-15А-1	12	27,7 + 7,4	32 + 4	402 + 503	300

Для смазки подшипников (2 раза в год — весной и осенью) при тихой погоде снимают ветроколесо. При этом лопасти ставят вертикально и привязывают к маху верхней лопасти и втулке ветроколеса веревку, пропустив ее между державкой центробежного груза и втулкой. Ветроколесо опускают, оттягивая его от столба шнуром, привязанным к ступице. Открыв задний колпак генератора, снимают крышки подшипников и закладывают новую смазку (ЦИАТИМ-201 или УС), распределяя ее равномерно вровень с сепараторами подшипников. Одновременно добавляют

смазку в подшипники втулки ветроколеса или заменяют ее, для чего отвертывают крышки втулки и вынимают махи с подшипниками. После замены смазки лопасти ставят во втулку, завертывают и контрят гайки. Не реже одного раза в месяц смазывают головки шатунов регулятора.

Штырь регулятора, по которому перемещается муфта, не смазывают, так как муфта снабжена текстолитовым вкладышем. Только в месте соприкосновения колпачка регулятора с муфтой наносят смазку УС для защиты муфты от проникновения в нее влаги.

Запрещается пользоваться ручным тормозом для остановки агрегата, работающего при сильном ветре. Это может привести к серьезной поломке ветродвигателя. Необходимо дожидаться спада ветра и только тогда, плавно подтормаживая ветроколесо, остановить агрегат. В том случае, когда требуется срочно остановить агрегат, а тормозом нельзя быстро затормозить ветроколесо, его выводят из-под ветра, накинув веревку на хвост.

Ветроэлектрический агрегат ВЭС-1-5. Правила эксплуатации и ухода за ним подобны тем, которые были указаны для агрегатов ВЭА-1 и ВЭ-2М.

Так как агрегат ВЭС-1-5 установлен на трубчатой башне, имеющей шарнирную опору, то при эксплуатации необходимо следить за состоянием растяжек башни и не допускать их ослабления. Кроме того, нужно контролировать уровень смазки в картере редуктора с помощью шупа и надежность закрепления сектора троса пуска на его оси.

Ветроэлектрический агрегат ВЭ-5, так же как и агрегат ВЭС-1-5, предназначен для питания радиоузлов, освещения животноводческих помещений, полевых станов, клубов, зарядки аккумуляторных батарей.

Нагрузка, присоединяемая к агрегатам, работающим с буферной аккумуляторной батареей, зависит от среднегодовой скорости ветра. Для районов со среднегодовой скоростью ветра 4—4,5 *м/сек* эта нагрузка не должна превышать 400—500 *вт*, а для районов со скоростью 5—6 *м/сек* она может быть повышена до 700—800 *вт*.

Кроме этого, от агрегатов могут приводиться в действие электрические двигатели постоянного тока мощностью до 300 *вт*, которые выбирают в соответствии с напряжением аккумуляторных батарей.

С помощью ветроэлектрических агрегатов ВЭ-5 и ВЭС-1-5, работающих с 10 аккумуляторными батареями 6-СТЭ-128, можно обеспечить электрическим освещением в неэлектрифицированных районах: а) четырехквартирный жилой дом; б) общежитие на 50 человек; в) сельскую больницу на 10 коек; г) сельский клуб на 100—150 человек; г) коровник на 100 голов.

Проводку от зажимов генератора агрегата до электрошита, установленного в здании, делают проводом АПР-500 сечением 10 *мм*².

Типовые проекты применения ветродвигателей для механизации подъема воды

Типовые проекты применения ветродвигателей для механизации подъема воды, разработанные Гипросельстроем и Гипроводхозом, уточняют по местности и привязывают к данному водоему, ферме, водопойному пункту и т. д. Для этого проверяют состояние колодца, уточняют дебит и устанавливают амплитуду колебания уровня воды, ее статический и динамический горизонты.

Типовыми проектами предусматривается, что ветроустановку монтируют на водоемнике, удовлетворяющем требованиям хозяйства по дебиту и качеству воды. Вокруг колодца озеленяют небольшой участок и ограждают его. При этом радиус создаваемой санитарной зоны принимают для шахтных колодцев не менее 5 м, а для трубчатых 30 м и более. Колодцы также строят по типовым проектам и в соответствии с ГОСТ.

В проектах предусматривают водонапорную башню или бак, а в отдельных случаях резервный тепловой двигатель небольшой мощности.

Типовая ветронасосная установка, используемая на ферме, состоит из ветродвигателя 1 (рис. 115), насоса 2, резервного бака и труб 3, 4 и 6. Расположение оборудования ветронасосных установок УВД-8 для подъема воды из шахтного и трубчатого колодцев приведено на рисунках 116 и 117.

Если двигатель используют для подъема воды из рек, озер и прудов, его устанавливают на высоком берегу, непосредственно у источника воды. В месте забора воды устанавливают деревянную стенку и навес для предохранения насоса от загрязнения. На конце всасывающей трубы размещают приемную сетку. При использовании центробежного насоса, например 2К-9, его приводят во вращение от редуктора, используя контрпривод с ременной передачей. Заборное устройство с решеткой размещают на сваях так, чтобы горизонт низких вод был выше приемного клапана.

Чтобы предварительно не заливать воду в насос, его располагают ниже уровня воды в источнике. Можно использовать самовсасывающий насос 2В-1,6, производительность которого ниже, чем у насоса 2К-9, но зато и число оборотов почти вдвое меньше.

Типовой водопойный пункт на пастбище состоит из ветродвигателя 1 (рис. 118), насоса 3, железобетонного бака 5 объемом 25—30 м³, водопойного корыта 8 длиной 10—12 м, разделенного на секции, и трубы 7 от бака к корытам.

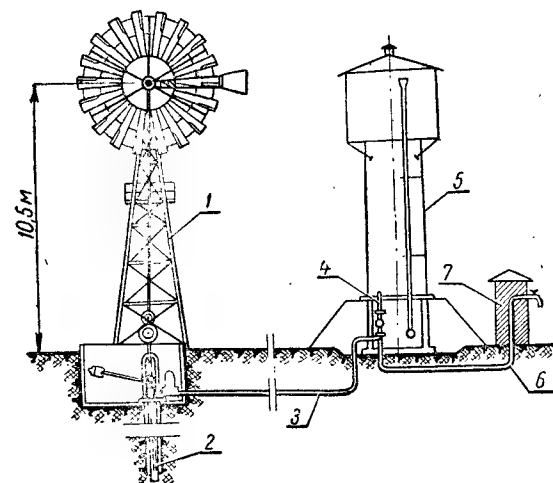


Рис. 115. Типовая ветронасосная установка, используемая на ферме:

1 — ветродвигатель; 2 — насос; 3 — труба; 4 — напорная труба; 5 — сборная водонапорная башня; 6 — разборная труба; 7 — утепительная будка.

Вокруг колодца устраивают санитарную зону радиусом не менее 30 м с ограждением и водоотводом. Ограждение делают таким, чтобы животные не могли подходить к колодцам ближе чем на 2—3 м. Если воду используют для питьевых нужд, необходимо получить разрешение на строительство установки от органов санитарного надзора. Корыта для водопоя животных устанавливают вне санитарной зоны. Вокруг наземных резервуаров устраивают отмостки с уклоном для стока воды от бака.

Компоновка водопойного пункта, оборудованного ветроводоподъемником ВБ-3, осуществляемая по типовому проекту ТП-СВ-605, приведена на рисунке 119. Резервный бак 3 объемом 10 м³ для воды монтируют из сборного железобетона и закрывают крышкой, стенки бака обсыпают землей. Водопойную площадку длиной 15 м и шириной 6 м делают с уклоном $i=0,02$ по обе стороны от корыта. Водопойное корыто 5 длиной 12 м состоит из шести секций. Башню ветроводоподъемника располагают на расстоянии не менее 20 м от бака. Трубы применяют диаметром свыше 40 мм. Их укладывают в грунт глубже слоя промерзания на 0,2—0,4 м.

Схема водопойного пункта, оборудованного ветроводоподъемником ВП-3М, приведена на рисунке 120. Водопойный пункт состоит из ветроводоподъемника 1, наземного резервного бака 2, напорных труб и водопойного корыта 4. Оборудование водопойного пункта выполняют в соответствии с типовым проектом

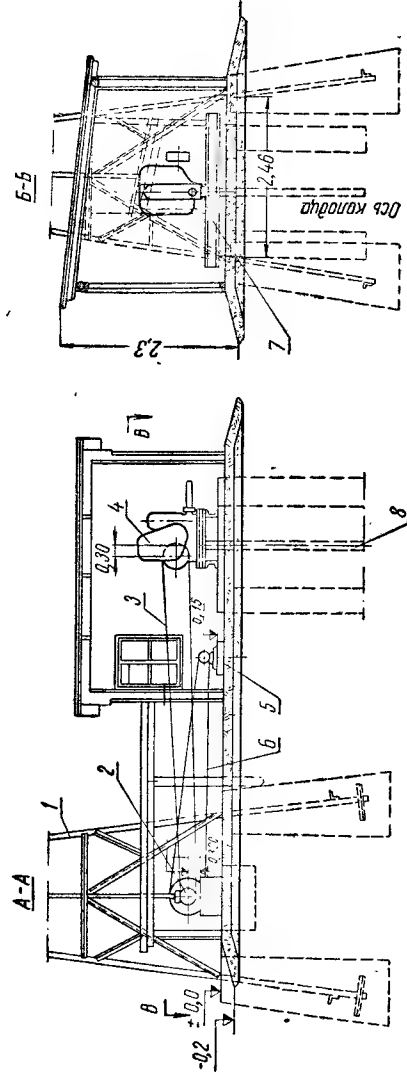


Рис. 116. Ветропососная установка УВД-8 для подъема воды из шахтного колодца (типовой проект Гипросельхоза, размеры в метрах):

1 — башня ветродвигателя; 2 — нижний редуктор; 3 и 6 — прорезанные ремни; 4 — лебедка для подъема воды; 5 — генератор постоянного тока; 7 — швеллер; 8 — поршневой насос; 9 — шкив диаметром 400 мм и шириной 80 мм; 10 — шкив диаметром 100 мм и шириной 60 мм; 11 — аккумуляторный шкаф; 12 — зарядный щит; 13 — шкив диаметром 360 мм и шириной 123 мм; 14 — шкив диаметром 320 мм и шириной 200 мм.

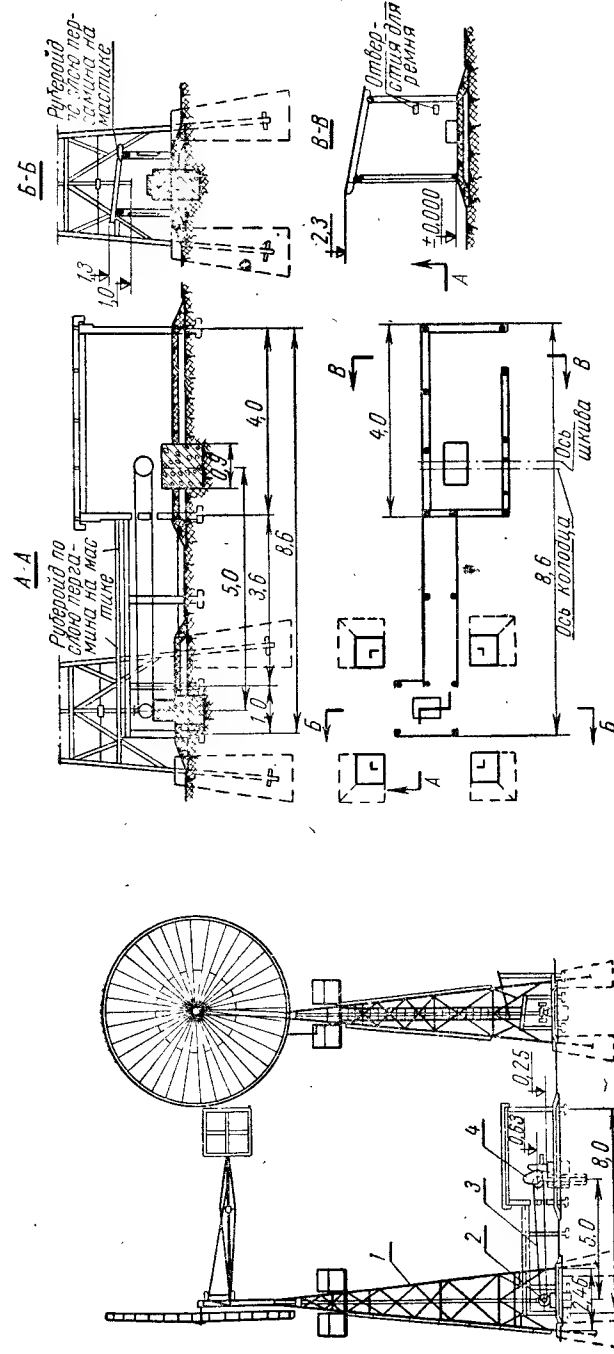
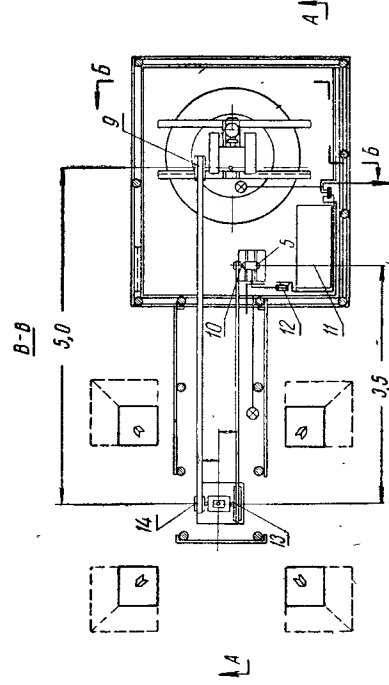


Рис. 117. Ветропососная установка УВД-8 для подъема воды из трубчатого колодца (типовой проект Гипросельхоза, размеры в метрах):

1 — ветродвигатель; 2 — нижний редуктор; 3 — ремень шириной 120 мм; 4 — лебедка для подъема воды.

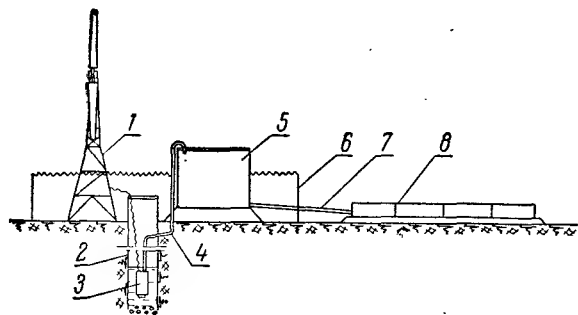


Рис. 118. Типовой пастбищный водопойный пункт:

1 — ветродвигатель; 2 — водосточник; 3 — насос; 4 — напорная труба; 5 — железобетонный бак; 6 — ограждение; 7 — сливная труба; 8 — водопойное корыто.

ТП-СВУ-10, разработанным Гипроводхозом. Шахтный колодец изготавливают по типовому проекту СВУ-125 (1959 г.) из железобетонных колец с внутренним диаметром 1 м.

Наиболее экономичным является использование наземного резервного бака, изготовленного из сборного железобетона. Этот бак емкостью 20 м³, построенный по типовому проекту СВ-9 (1955 г.), устанавливают непосредственно на земле и соединяют его с водопойными корытами трубами диаметром 2".

Водопойные корыта изготовляют из железобетона по типовому проекту СВ-152 (1958 г.) и располагают на расстоянии 20—30 м от бака. Соединительный трубопровод, оканчивающийся возле водопойных корыт муфтовым краном, прокладывают в земле на глубине 0,4—0,5 м.

Для утепления колодца и бака зимой и предохранения воды от чрезмерного прогрева летом их обваловывают землей на высоту до 2 м. После обваловки трамбуют верхний слой насыпи.

Колодец и резервуар закрывают крышками, предохраняющими их от загрязнения. Крышки изготовляют из стального листа толщиной 3 мм или из досок толщиной не менее 20 мм. Доски должны быть пропитаны олифой и окрашены суриком. Их делают из двух половин, из которой одну (неподвижную) крепят к торцам бетонных стенок колодца и бака. Откидные крышки соединяют с неподвижными половинами на петлях и снабжают проушинами для замков, на которые закрывают колодец и бак.

В неподвижной половине крышки колодца делают прорезь шириной 120—130 мм, через которую пропускают водоподъемную ленту. Эта прорезь должна отстоять от линии стыка с откидной частью крышки на расстоянии 140—150 мм, а ее середина должна совпадать с серединой ленты.

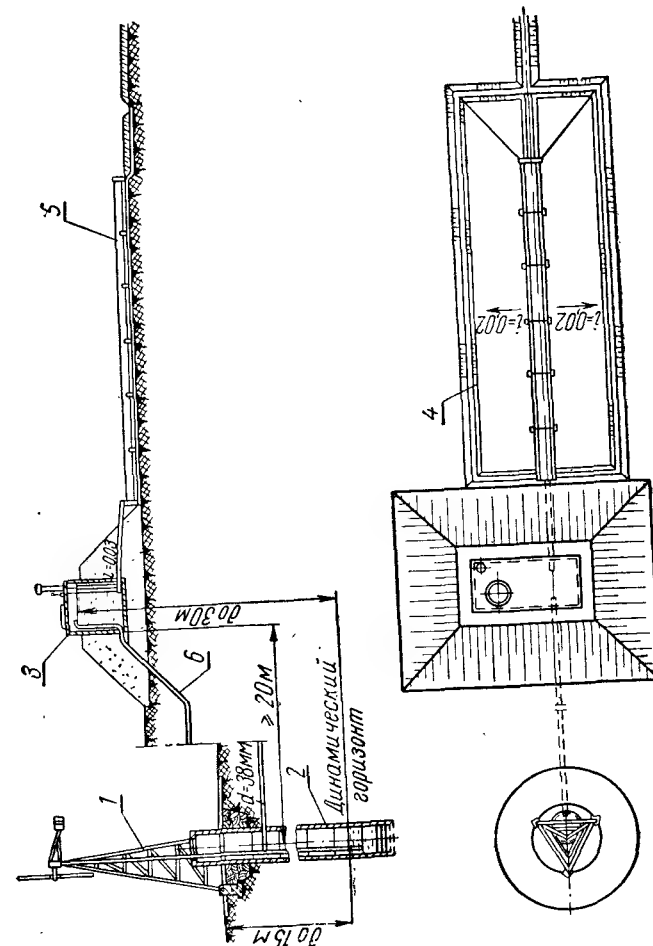


Рис. 119. Водопойный пункт с ветродвигателем ВВ-3: 1 — ветродвигатель; 2 — шахтный колодец; 3 — резервный бак; 4 — водопойная площадка; 5 — водопойное корыто; 6 — трубопровод.

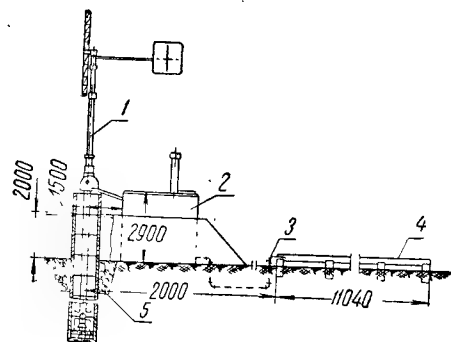


Рис. 120. Водопойный пункт с ветро-водоподъемником ВН-3М:

1 — ветроводоподъемник; 2 — резервный бак; 3 — разборный кран; 4 — водопойное корыто; 5 — колодезь.

режима ветра района, характеристик водосточника и водопотребления, а также от производительности водоподъемника. Для данного типа двигателя нужно установить бак тем большей емкости, чем меньше дебит и больше глубина колодца.

Обычно в типовых проектах предусматривается применение металлических сборноблочных водонапорных башен емкостью 15 и 25 м³. В тех случаях, когда башни строят из кирпича с металлическими баками, их объем определяют в зависимости от потребления воды. Этот объем не должен быть меньше количества воды, потребляемой в течение трех суток. Рекомендуется на пастбищах использовать железобетонные резервуары типовой конструкции, изготавливаемые на местах или собираемые из укрупненных панелей (секций). Минимальный объем бака 10 м³.

Туркменигипроводхоз предусматривает применение на пастбищах республики баков объемом 30, 50 и 100 м³. Однако в отдельных случаях необходимо комплектовать ветронасосный агрегат резервуарами большей емкости. Надо иметь в виду, что установка бака меньшего объема может нарушить снабжение животных водой. С другой стороны, применение неоправданно больших емкостей увеличит капитальные затраты на оборудование водопойного пункта и стоимость воды. В таблице 34 приведены емкости наземных резервных баков, пригодных для пастбищ Центральных Каракумов при их сезонном использовании.

Для других условий объем бака уточняют расчетами, в которых учитывают наибольший период безветрия, поголовье скота, время использования водосточника и др. Когда животные находятся на пастбище круглый год, требуемый объем резервного бака при заданной обеспеченности водой получается обычно больше, чем при сезонном или полугодовом использовании водосточника.

В неподвижной части крышки бака делают окно 150 × 150 мм, в которое устанавливают вертикальный короб для вентиляции бака.

Для подачи воды от водоподъемника к баку устанавливают желоб, изготовляемый из стального листа толщиной 1,5—2,5 мм или из куска асбоцементной трубы диаметром 150—200 мм. Длина желоба 1,3—1,5 мм.

Емкость резервного бака, обеспечивающая гарантированное водоснабжение потребителя в периоды безветрия, зависит прежде всего от ре-

Таблица 34

Минимально необходимые емкости (м³) наземных резервных баков при потреблении воды 5 м³/сут и сезонном использовании пастбищ

потреблений воды 5 м³/сут и более											
Средне-сезонная скорость ветра, м/сек	Ветро-установка	Обеспеченность, %	Глубина колодца, м								
			7			14			22		
			дебит колодца, м³/сут								
			6,5	13,0	19,5	6,5	13,0	19,5	6,5	13,0	19,5
2,9	ВП-3М	75	32	22	22	45	32	29	56	33	30
		85	39	24	24	53	33	33	64	35	34
		95	52	37	29	71	49	40	92	52	41
	ВБ-3	75	27	18	18	37	28	28	47	30	30
		85	32	21	21	39	32	32	54	33	33
		95	41	29	25	70	56	40	67	54	41
2,5	ВП-3М	75	31	24	24	75	37	37	94	50	44
		85	45	29	29	87	46	46	110	64	60
		95	65	41	38	121	116	87	141	125	100
	ВБ-3	75	—	—	—	—	—	—	80	35	35
		85	—	—	—	—	—	—	100	44	44
		95	—	—	—	—	—	—	138	98	77
4,2	ВБ-3	75	—	—	—	—	—	—	23	19	19
		85	—	—	—	—	—	—	27	23	23
		95	—	—	—	—	—	—	38	35	30
	2ВПЛ-4	75	—	—	—	—	—	—	34	23	23
		85	—	—	—	—	—	—	44	34	34
		95	—	—	—	—	—	—	60	52	45

Примечание. Прочерк означает, что для данного варианта расчеты не проводились.

ГЛАВА 16

Типовые схемы применения ветроэлектрических агрегатов

В зависимости от назначения ветроэлектрического агрегата и схемы его использования агрегат устанавливают на деревянном столбе 13 (рис. 121) высотой 8, 12, 16 и 20 м, на разборной перевозимой металлической мачте высотой 8 м или на крыше здания. Столб устанавливают возле дома, в котором будет расположена аккумуляторная батарея. Расстояние от дома до столба должно быть равно 4—5 м. При высоте мачты 12—16 м берут два столба длиной 7—8 м, диаметром в комлевой части 220—230 мм и в верхушке 140—150 мм. Столбы сращивают комлевыми частями. Для этого концы стесывают на цилиндр, делают замок, соединяют концы и стягивают их хомутом. Мачта должна иметь два яруса

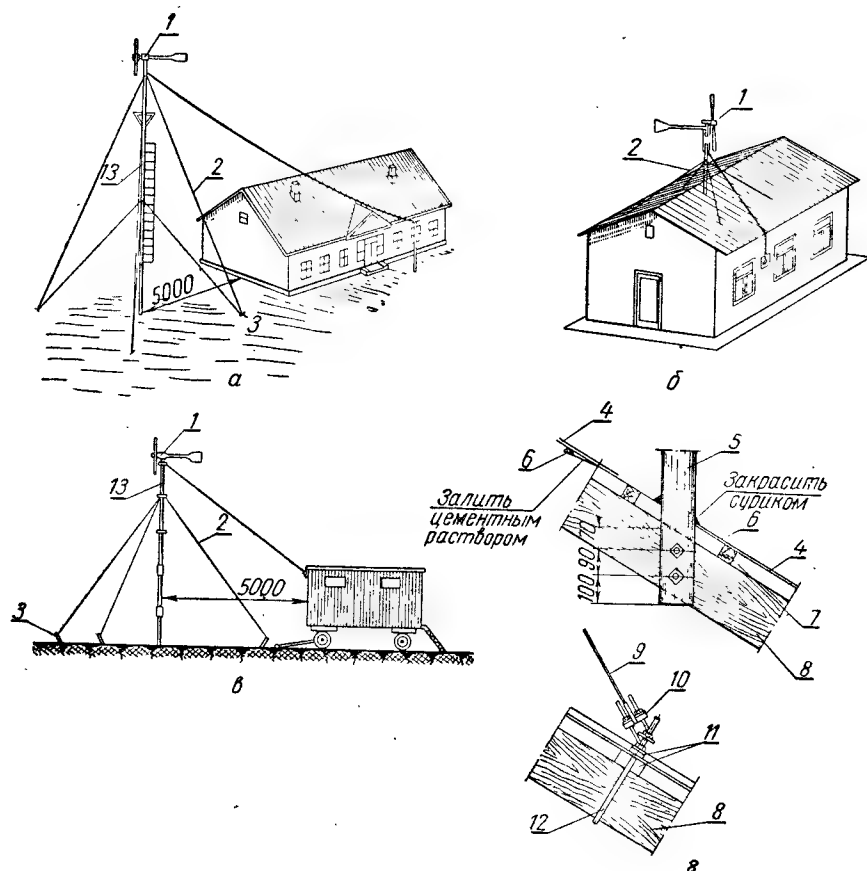


Рис. 121. Установка ветроагрегатов ВЭ-2 и ВЭ-2М:

а — на деревянном столбе; б — на крыше здания; в — на металлической разборной перевозимой мачте; 2 — детали крепления столба на крыше здания; 1 — головка ветроагрегата; 2 — растяжка; 3 — якорь; 4 — асбоцементные листы; 5 — стойка-бревно (Φ 100—120 и $l = 1930$ мм); 6 — стальные кровельные листы; 7 — обрешетка кровли; 8 — стропильная нога; 9 — растяжка (стальной трос Φ 4 мм или стальная оцинкованная проволока Φ 5 мм); 10 — струбцина; 11 — деревянные подкладки; 12 — хомут Φ 12 мм; 13 — столб.

проволочных растяжек 2, закрепляемых на высоте 7,4 и 14 м при высоте мачты 16 м и 5,4 и 10 м при высоте мачты 12 м. Все три растяжки первого яруса попарно соединяют с растяжками второго яруса и крепят их к якорям, отстоящим от столба на 8 м при высоте мачты 16 м и 5,8 м при высоте мачты 12 м.

Мачта в нижней части шарнирно соединяется с железобетонной опорой, представляющей собой тумбу с основанием $0,8 \times 0,8$ м и верхней частью $0,5 \times 0,5$ м; высота тумбы около 1 м. Тумбу зарывают в землю на половину высоты. Шарнирное соединение мачты с тумбой осуществляется с помощью закладной части, со-

стоящей из двух швеллеров № 12, забетонированных в тумбе и выступающих над бетоном на 0,4 м.

Если агрегат устанавливают на мачте высотой до 20 м, ее изготавливают из трех столбов, соединяемых между собой замком.

Деревянная мачта до подъема должна быть принята по акту приемки в соответствии с «Техническими условиями на производство и приемку общестроительных и специальных работ» (том 1, «Общестроительные работы», раздел 9 «Деревянные работы» и раздел 7 «Бетонные и железобетонные работы»). В составлении акта участвует представитель заказчика.

Древесину для мачты тщательно осматривают и отбирают годную. Она должна удовлетворять требованиям ГОСТ 468—49. Антисептирование древесины выполняют после обработки бревен до проектных размеров. Допустимая влажность не должна быть более 23%. Ее определяют, нанося риски тонко отточенным химическим карандашом по свежесостроганному месту (снимается слой 5—6 мм). При этом не должно быть фиолетовой окраски линий. Мачту снабжают молниеотводом с заземлением.

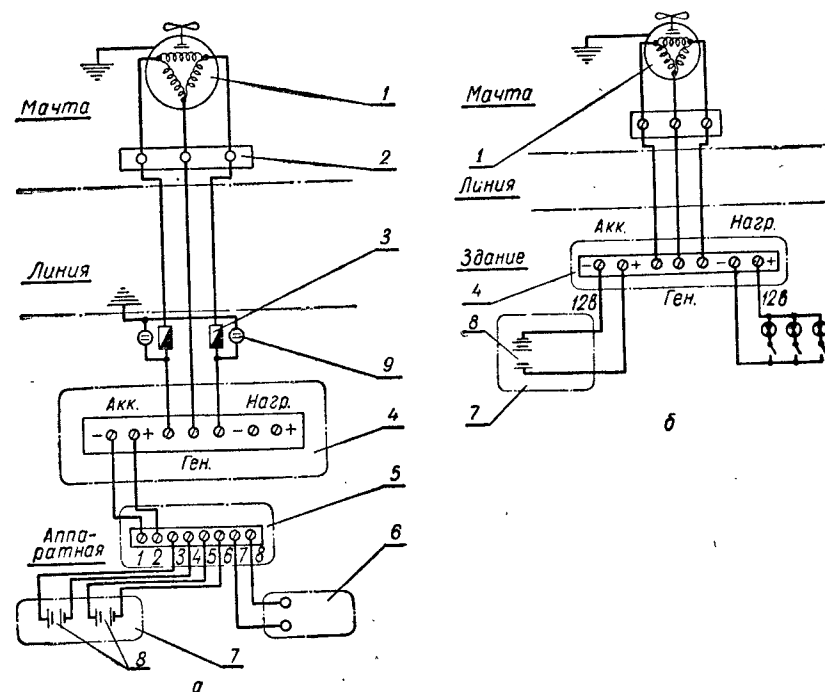


Рис. 122. Электрические схемы ветроустановки с агрегатами ВЭ-2 и ВЭ-2М:

а — при питании радиостанции типа «Урожай»; б — при освещении полевого бригадного вагона; 1 — генератор; 2 — переходная коробка; 3 — предохранитель; 4 — электропит; 5 — щиток постоянного тока; 6 — блок питания радиостанции; 7 — аккумуляторный шкаф; 8 — аккумуляторные батареи; 9 — фильтр.

Сборно-разборную мачту агрегата, предназначенного для освещения и радиофикации полевого бригадного вагона, изготовляют из газовых труб диаметром 2,5". Она состоит из трех отсеков по 2,8 м, соединяемых фланцами и снабженных четырьмя растяжками в один ярус. Основание мачты упирают в плиту с сошниками, заглубляемыми в землю.

Часто можно использовать кровлю здания в качестве дополнительной опоры для агрегата. В этом случае столб закрепляют с помощью двух болтов к строительной ноге 8 кровли и растягивают четырьмя растяжками, которые крепят к хомутам 12, охватывающим строительные ноги и выходящим за кровлю.

Ввод кабеля, идущего от генератора агрегата к щитку, делают через потолочное перекрытие, а сам кабель ведут по кратчайшему расстоянию. Ниже рассматриваются следующие типовые схемы применения ветроэлектрических агрегатов.

1. Питание радиостанции типа «Урожай» обеспечивают агрегаты ВЭ-2 и ВЭ-2М в районах со среднегодовой скоростью ветра более 3,5 м/сек, установленные на мачте высотой 8 м, если местность открытая.

Радиостанция «Урожай» питается от аккумуляторной батареи напряжением 12 в. Ток нагрузки при работе на передачу составляет 4,6 а, а при работе на прием — 3,6 а. Месячное потребление электрической энергии при работе станции в течение 2 ч составляет 30 квт.ч.

Монтаж радиостанции выполняется по типовому проекту № 3077 (1953 г.). Электрическая схема ветроустановки с агрегатом ВЭ-2М или ВЭ-2 при работе с радиостанцией «Урожай» приведена на рисунке 122, а спецификация основного оборудования ветроустановки — в таблице 35.

Таблица 35

Спецификация основного оборудования ветроустановки с агрегатом ВЭ-2М или ВЭ-2 и радиостанцией типа «Урожай»

Оборудование	Количество	Оборудование	Количество
Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М или ВЭ-2	1	Мачта высотой 8 м	1
Электропит (в комплекте с агрегатом)	1	Изолятор ТФ-4 (ГОСТ 2366—49)	6
Аккумуляторная батарея 6-СТЭ-128	2	Предохранитель № 671А с разрядником УР-800	1
Щиток постоянного тока		Кабели ВРГ-2×4 и ВРГ-3×4 (ГОСТ 433—50)	12 и 2 м
		Крюки КН-12 (ГОСТ 3046—45)	6
		Провод АПР сечением 6 мм ² (ГОСТ 5362—52)	34 м

Установка аккумуляторного шкафа и второй аккумуляторной батареи предусмотрена проектом монтажа радиостанции.

2. Питание сельских радиоузлов типа КРУ-2 и КРУ-10 обеспечивается агрегатом ВЭ-2 или ВЭ-2М, если местность открытая:

а) при среднегодовой скорости ветра более 3,8 м/сек и высоте столба 8 м (радиоузел КРУ-2);

б) при среднегодовой скорости ветра более 5 м/сек и высоте столба 16 м или более 6 м/сек при высоте столба 8 м (радиоузел КРУ-10).

Технические характеристики радиоузлов КРУ-2 КРУ-10

Мощность радиоузла, в	2	10
Напряжение, в	12	12
Потребляемый ток, а	0,8	3,0
Количество часов работы в сутки, ч	10,5	10,5
Месячное потребление электроэнергии, квт.ч	4,65	17,6

Для питания радиоузла КРУ-2 достаточно обычно одной аккумуляторной батареи типа 6-СТЭ-128. Монтаж выполняют по проекту станции колхозного радиотрансляционного узла с аппаратурой КРУ-2.

При питании радиоузла КРУ-10 три батареи 6-СТЭ-128 соединяют параллельно в группу.

3. Электрическое освещение помещений при помощи агрегата ВЭ-2М или ВЭ-2 может быть обеспечено в течение всего года при работе на открытой местности. Площадь освещаемого помещения зависит от района применения агрегата, высоты его мачты и емкости аккумуляторной батареи.

Ориентировочные величины мощности подключаемой нагрузки и площади освещаемых помещений приведены в таблице 36. Норма освещенности жилых домов и служебных помещений принята 25 лк.

Таблица 36

Ориентировочные величины мощности нагрузки и площади освещаемого помещения

Среднегодовая скорость ветра, м/сек	Высота установки агрегата, м	Мощность подключаемой нагрузки, вт	Площадь освещаемого помещения, м ²
4	8	40	7
	20	60	10
5	8	60	10
	16	80	14
	20	100*	17
6	8	80	14
	12	100*	17
	16	120*	22
	20	140*	25

* При двух группах аккумуляторных батарей.

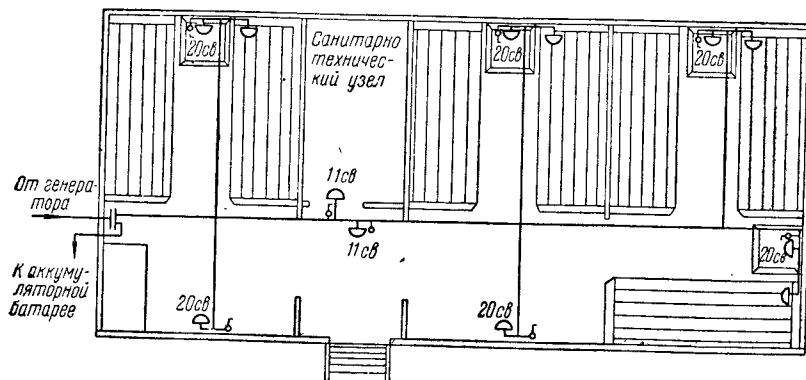


Рис. 123. Примерная схема осветительной электрической сети полевого бригадного вагона при питании от ветроагрегатов ВЭ-2М или ВЭ-2.

Спецификация основного оборудования, необходимого для освещения жилых домов или служебных помещений при питании от ветроагрегата ВЭ-2М или ВЭ-2, приведена в таблице 37.

Таблица 37

Спецификация основного оборудования для освещения помещений с помощью агрегата ВЭ-2М или ВЭ-2

Оборудование	Количество
Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М или ВЭ-2	1
Электрический щит	1 (из комплекта агрегата)
Аккумуляторная батарея 6-СТЭ-128	1—2 (в зависимости от нагрузки)
Провод АПР 10 мм ² (ГОСТ 5352—52)	40—70 м (уточнить по месту)
Фарфоровые ролики (ГОСТ 1171—41)	16
Изоляторы ТФ-4 (ГОСТ 2369—49)	6
Крюки КН-12 (ГОСТ 3046—45)	6
Прочие материалы (стальная и вязальная проволока, трубки и др.)	

4. Электрическое освещение полевого бригадного вагона при помощи агрегата ВЭ-2М или ВЭ-2 возможно во время его работы на открытой местности в районах со среднегодовой скоростью ветра 5 м/сек и более, если он установлен на разборно-сборной мачте высотой 12 м, и при скорости ветра 6 м/сек и более, если высота мачты уменьшена до 8 м. В районах со среднегодовой ско-

ростью ветра 4 м/сек и ниже величина мощности ламп должна быть снижена до 40—60 вт.

Электрическая схема установки с агрегатом ВЭ-2М или ВЭ-2 для освещения полевого бригадного вагона дана на рисунке 122, б, а примерная схема осветительной сети вагона — на рисунке 123. Проводку выполняют открытым проводом ППВ в соответствии с правилами устройства электротехнических установок. В качестве светильников применяют плафоны и настольные лампы. Аккумуляторную батарею 6-СТЭ-128 из комплекта агрегата устанавливают снаружи вагона на кронштейнах, изготовленных из уголкового стали 40×40×4. Аккумуляторные батареи присоединяют к сети проводом АПР сечением 6 мм². Сечение провода АПР, идущего от генератора к аккумуляторной батарее, должно быть 10 мм².

Спецификация основного оборудования, необходимого для освещения полевого бригадного вагона при питании от ветроагрегата ВЭ-2М или ВЭ-2, приведена в таблице 38.

Таблица 38

Спецификация основного оборудования для освещения полевого бригадного вагона с помощью агрегата ВЭ-2М или ВЭ-2

Оборудование	Количество
Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М или ВЭ-2	1
Электрический щит	1 (из комплекта)
Аккумуляторная батарея 6-СТЭ-128	1 (из комплекта)
Втулки ВВ-13,5 (ГОСТ 6256—52)	2
Выключатели 250 в, 5 а	8
Осветительные коробки	9
Лампы накаливания 12 в, 20 вт (ГОСТ 1182—52)	10
То же, 12 в, 11 вт (ГОСТ 1182—52)	2
Настольная лампа	4
Провод АПР 6 мм ² (ГОСТ 5352—52)	4 м
Провод ППВ 2×2,5 мм ² (ГОСТ 6323—52)	28 м
Светильники (одноламповые плафоны)	8
Штепсельные розетки 220 в, 5 а	4

Во всех ветроустановках других типов аккумуляторные батареи должны быть размещены в специальном шкафу с плотно закрывающимися дверками и иметь вытяжную трубу, выводимую на высоту конька крыши здания.

От ветроагрегата могут быть также освещены одноквартирный жилой дом, помещение правления колхоза в неэлектрифицированной зоне, чабанские стационарные домики, перевозимые юрты и оленеводческие стойбища.

Возможные неисправности ветроустановок и способы их устранения. Смазка ветродвигателей

При эксплуатации ветроагрегатов может нарушиться работа двигателей, вызванная неисправностями некоторых узлов или механизмов, не носящих характера поломок или аварий и не требующих проведения ремонтов и длительной остановки агрегата. Большинство неисправностей легко устраняется во время технических осмотров, для этого требуется лишь ненадолго остановить ветродвигатель. Неисправности, для устранения которых нужно обычно подрегулировать механизм, подтянуть пружину или болтовое соединение, появляются чаще всего в механизме регулирования, пуска и остановки, ориентации на ветер.

Опыт эксплуатации показывает, что общими наиболее характерными неисправностями ветроагрегатов являются следующие.

1. Ветродвигатель, регулирующийся выводом ветроколеса из-под ветра, не развивает при расчетной скорости ветра (обычно 7—8 м/сек) номинальной мощности или расчетного числа оборотов. Если ветроколесо выводится из-под ветра при меньших скоростях, это указывает на недостаточную предварительную затяжку пружин (или пружины) регулирования, что может быть вызвано появлением в них остаточных деформаций или удлинением материала с повышением температуры.

Для устранения этой неисправности увеличивают затяжку пружин; если это невозможно, временно связывают между собой проволокой несколько витков пружины.

Когда регулирование происходит нормально, а развиваемая мощность все же меньше расчетной, наиболее вероятной причиной может быть появление повышенных сил трения в подшипниках главного вала или вертикальной трансмиссии и в зацеплении шестерен редукторов. В этих случаях нужно проверить зазоры между зубьями шестерен, наличие смазки и состояние подшипников.

2. Головка двигателя не устанавливается точно по направлению ветра. Основная причина этого — увеличение сил трения в опорах головки, штыря или в механизме поворота на ветер вследствие попадания песка, отсутствия смазки. Опоры промывают и смазывают. Нужно проверить также, не отклонилась ли от вертикали башня.

У двигателя ТВ-8 иногда приходится дополнительно регулировать опорный стакан. Для этого подвинчивают в нужную сторону болты, крепящие крестовину стакана к сферической пяте, устранив перекося стакана, болты надежно закрепляют.

Чтобы определить чувствительность механизма ориентации головки на ветер, пользуются флюгером, помещая его рядом с двигателем и сравнивая повороты флюгарки и головки. При скорости ветра 3,5—4 м/сек угол между направлением флюгарки и хвостом не должен превышать 10°, при больших скоростях (7—8 м/сек) угол уменьшается до 5—6°.

3. При полном натяжении лебедкой троса механизма пуска и остановки ветроколесо не останавливается вследствие неполного складывания (у тихоходных машин) или из-за того, что поворотные лопасти или их концы не полностью поворачиваются на нужный угол (у двигателей ВЭ-2М, ВВУ-3 и Д-12). Основная причина — вытяжка верхнего троса (тросов). Поэтому когда вертлюжная муфта занимает нижнее положение, рычаги остановки полностью не перемещаются, стабилизаторы или лопасти не устанавливаются в положение «на останов» или колесо не полностью выводится из-под ветра. Длину тросов уменьшают так, чтобы угол между плоскостью вращения колеса, расположенного перпендикулярно направлению потока, и осью фермы хвоста был равен 5—6° (угол между боковым планом и фермой хвоста — 95—96°). У двигателей малолапастных укорачивают трос, чтобы лопасти можно было повернуть в положение «на останов».

4. Быстроходный двигатель, регулирующийся поворотом лопасти или ее конца, не развивает нужного числа оборотов. Главная причина — ослабление затяжки пружин или повышенные силы трения в передачах. О наличии больших сил трения можно судить по нагреву подшипников, шуму в редукторах и др. Затяжку пружин усиливают подвертыванием гаек и болтов. Если вся их длина использована, заменяют одну или несколько пружин.

5. Колесо ветродвигателя со стабилизаторной системой регулирования начало работать неравномерно, появилась неуравновешенность при вращении. Причина — неправильная регулировка углов установки стабилизаторов, в отдельных случаях нарушение статической балансировки колеса вследствие изменения веса крыльев (например, из-за высыхания или отсырения деревянных деталей). Для выверки углов устанавливают, какая из лопастей начинает повертываться раньше остальных, а затем по шаблону регулируют углы. На той лопасти, которая начинает регулироваться раньше, угол установки «на пуск» стабилизатора увеличивают. Изменяют угол, подвертывая гайку на тяге стабилизатора или перемещая по тяге регулирования, проходящей внутри маха, гайки, определяющие положение двуплечего рычага.

Если началась вибрация ветроколеса двигателей ВЭ-2М или ВВУ-3, проверяют углы лопастей и натяжение растяжек мачты.

Равенство углов заклинивания лопастей может нарушиться из-за ослабления крепления на махе грузов регулятора. Для установки углов пользуются угломером или выверяют положение лопасти по рискам на махе и державке груза. Простейший угломер

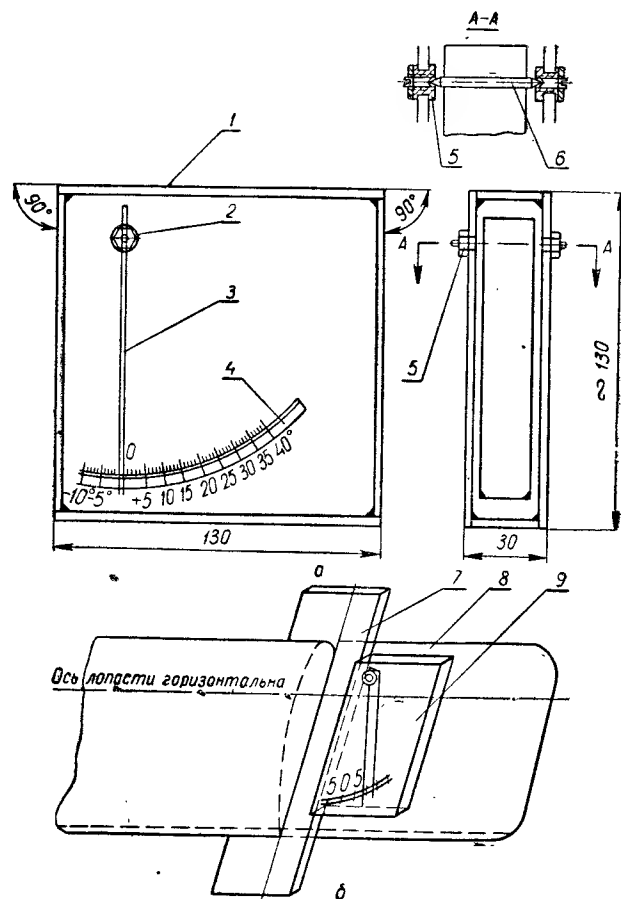


Рис. 124. Угломер конструкции профессора Г. Х. Сабина:

а — устройство; б — установка угломера при измерениях; 1 — корпус; 2 — анкерная подвеска; 3 — стрелка-отвес; 4 — шкала; 5 — втулка подвески; 6 — ось подвески; 7 — шаблон; 8 — лопасть; 9 — угломер.

конструкции профессора Г. Х. Сабина (рис. 124) легко изготовить в мастерских. Установив лопасти на нужный угол, затягивают болты крепления и контрят их.

6. Увеличение шума и тряски при работе двигателя. Это обычно происходит из-за ослабления болтовых соединений, в первую очередь на ветроколесе. Их необходимо затянуть, зашплинтовать или поставить стопорные шайбы.

7. Отсеки вертикальной трансмиссии имеют радиальное биение или нижний отсек опустился на вал редуктора. Главная причина —

самоотвертывание гаек растяжек, крепящих корпуса подшипников к башне, и ослабление закрепительных втулок, удерживающих на валах шариковые подшипники. Гайки растяжек и втулок затягивают. Одновременно проверяют болтовые соединения свертных муфт, при помощи которых связаны отсеки. Если затяжка болтов ослабла, уменьшают зазоры между торцами отсеков и затягивают муфты.

8. Снижение плавности работы редукторов, повышенный шум. Нужно проверить, не увеличились ли осевые люфты валов. Изменяя толщину прокладок в крышках подшипников и подтягивая гайки, восстанавливают нужные зазоры в подшипниках и зубчатых зацеплениях.

Кроме этих общих неисправностей, могут возникнуть неисправности, характерные для двигателя определенной марки.

Неисправности ветроэлектрических агрегатов. Одной из неисправностей может быть сильная вибрация при работе всего агрегата или хвоста. Вероятные причины этого — неодинаковость установки углов или разный вес лопастей.

При неодинаковой установке углов снимают ветровой винт с агрегата и крепят его на стойке с основанием (рис. 125). Ставят стойку с винтом на стол, который устанавливают горизонтально по уровню; на лопастях, на расстоянии $0,8R$ от оси (для двигателей ВЭ-2 и ВЭ-2М это равно 800 мм), наносят поперечные риски и проверяют по ним угол установки лопастей по отношению к горизонту (он должен быть равен соответственно 11° и 6°). Если углы

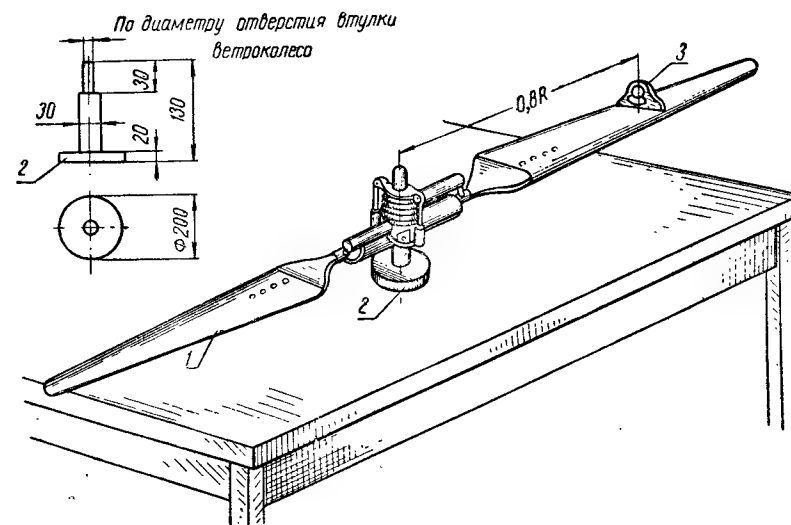


Рис. 125. Выверка углов установки лопастей:

1 — ветроколесо; 2 — стойка; 3 — угломер.

разные, контролируют, не погнут ли штырь пружины регулятора. Погнутый штырь правят, сняв предварительно скользящую муфту и пружину. В отдельных случаях причиной может быть также погнутость крючкообразного пальца.

У двигателя ВЭ-5 установку лопастей проверяют по рискам с отметкой 7° на махе и торце державок грузов. Углы можно контролировать также специальным шаблоном. Одну часть шаблона ставят на плоскость, а другой попеременно проверяют углы обеих лопастей.

Несбалансированность лопастей проверяют на специальном валике или роторе разобранного генератора, который подшипниками устанавливают на двух деревянных подставках. Установив лопасти горизонтально, определяют, какая лопасть легче, и, если разница в весе невелика, лопасти уравнивают, дополнительно окрашивая менее тяжелую лопасть. При большой разнице зачищают на конце краску и напаивают необходимое количество припоя. Разница в весе на концах лопастей не должна превышать ± 1 г для двигателей ВЭ-2 и ВЭ-2М и ± 5 г для двигателей ВЭ-5 и ВЭС-1-5.

Иногда причиной вибрации может быть погнутость лопастей и их неодинаковое расположение по отношению к плоскости вращения колеса. Это проверяют по расстоянию концов лопастей от башни. Разница в расстояниях не должна превышать 5—7 мм. Устранять погнутость надо осторожно, чтобы не поломать лопасти.

Если при балансировке приходится вынимать ротор генератора, его предохраняют от ударов и соприкосновения со стальными деталями и опилками во избежание ухудшения магнитных свойств.

Иногда агрегат начинает работать при скоростях ветра больше 5,5 м/сек, останавливается также при скоростях, которые выше, чем предусмотрено, а генератор отдает пониженную мощность. Прежде всего проверяют, правильно ли установлены лопасти, так как если углы меньше, чем нужно, или неодинаковы, снижается начальный крутящий момент, развиваемый ветровым винтом. Зимой причиной позднего трогания с места может явиться загустевшие смазки в подшипниках. В этом случае меняют смазку на более жидкую или добавляют в имеющуюся веретенное масло. У агрегатов ВЭ-5 и ВЭС-1-5 контролируют, не туго ли затянуты сальники, нет ли короткого замыкания проводов в цепи генератора.

У агрегата ВЭ-2 причиной позднего начала работы может быть и неисправность тормозного устройства. Чтобы проверить его, поднимаются на монтажную площадку, ослабляют винты, снимают обтекатель и ставят тормозной рычаг в верхнее положение. Двуплечий рычаг на задней крышке генератора должен верхним концом почти вплотную подойти к ней и дать возможность тормозному болту уйти внутрь и растормозить ротор. Когда рычаг опускается, двуплечий рычаг должен захватывать шпоночный клин за гайку и вытягивать его на 3—4 мм.

К неисправностям электрооборудования относится потеря ротором магнитных свойств (из-за многократных коротких замыканий), повреждение обмоток генератора или электропроводки. Если ветроколесо работает хорошо, но на зажимах генератора нет напряжения или оно ниже номинального, следует проверить (прозвонить) проводку и обмотку и устранить неисправность. Если цепи не порваны, контролируют сопротивление обмоток (всех фаз поочередно).

НЕИСПРАВНОСТИ ВЕТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

В двигателях ТВ-5 и ТВ-8 «восьмерку» колеса устраняют выправлением обода и спиц и затяжкой всех болтовых соединений с постановкой контргаек или стопорных шайб. Неисправности системы регулирования и способы их устранения обычно такие же, как и у других двигателей.

Ненормальности в работе системы пуска и остановки могут быть вследствие обрывов троса, заедания вертлюжной муфты или выхода из ее паза направляющей дуги, а также заедания короткой вилкой тяги остановки крестовины башни. Если при натяжении троса колесо не полностью складывается, трос укорачивают. Длина верхнего троса должна быть такой, чтобы при складывании колеса с хвостом муфта остановки не доходила до опоры примерно на 50 мм и боек амортизатора отстоял от прилива картера на 5—10 мм. Погнутость приводных штанг появляется при больших силах трения в сальнике насоса, плохой смазке направляющих и вертлюжной муфты, оседании или перекосе башни, неправильной сборке насоса. Если не поставлены пластинчатые замки, отвертываются и разъединяются приводные штанги.

Искривление плоскости ветроколеса обычного и велосипедного типа приводит к быстрому расшатыванию соединений и ускоряет износ двигателя. У колеса велосипедного типа плоскость выравнивают подтяжкой спиц, у обычного колеса — правкой и подтяжкой спиц и ободьев; при этом в ряде случаев удобнее снять лопасти. Для правки спиц ослабляют болты и, устранив искривление, вновь затягивают их. После этого вторично проверяют спицы и ободья. Расстояние каждой спицы от какой-либо точки на башне должно быть одинаковым. Лопасти поломанные или с трещинами ремонтируют. Временно можно снять поломанную лопасть и противоположную ей (чтобы не нарушать балансировку колеса) и до ремонта продолжать эксплуатацию двигателя.

Нарушение регулировки стабилизаторов можно обнаружить по позднему троганию колеса с места и ухудшению равномерности работы двигателя. Регулируют по шаблону, подвертывая натяжные муфты (тандеры) на тягах или перемещая гайками двуплечий рычаг на штанге механизма регулирования. Часто для устранения неисправности механизма регулирования обязательно, чтобы все

Таблица 39

Основные неисправности ветроводоподъемника ВП-3М и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Обрыв ленты водоподъемника	Износ соединительного крючка или шпильки	Вынуть ленту из колодца, обрезать ее оборванный конец и вновь соединить
Искривление обода ветроколеса («восьмерка»)	Ослабление натяжения спиц вследствие работы агрегата при больших скоростях ветра	Снять ветроколесо и выправить обод. Подтянуть спицы и законтрить
Вода подается с перерывами	Понизился уровень воды в источнике. Мал дебит источника воды	Удлинить ленту и заглубить нижний шкив. Вычистить колодец
Повышенная вибрация мачты и большие колебания растяжек	Ослабили растяжки или заделка якорей в грунте. Расшаталась опора агрегата в грунте	Подтянуть растяжки. Укрепить якоря растяжек в грунте. Утрамбовать опору
Увеличенное проскальзывание ленты во время работы агрегата при скорости ветра более 8—9 м/сек	Сильно затянута пружина механизма регулирования	Ослабить натяжение пружины так, чтобы регулирование начиналось при скорости ветра 7—8 м/сек
Позднее срагивание ветроколеса с места	Заедание оси ветроколеса. Неперпендикулярность ветроколеса к хвосту	Устранить заедание оси, смазать втулки и ось. Устранить повышенное трение в опоре головки
Складывание ветроколеса при малых скоростях ветра и снижение производительности агрегата	Ослабла пружина механизма регулирования	Увеличить натяжение пружины

стабилизаторы были установлены под одинаковыми углами. Важно, чтобы одновременно поворачивались все лопасти на один и тот же угол.

У некоторых двигателей Д-12 из-за проникновения влаги в полости крыльев нарушается их балансировка, что приводит к вибрациям. Для восстановления сбалансированности к торцу или под обшивкой более легкой лопасти прикрепляют свинцовую или стальную пластинку. Так же поступают и с поворотной лопастью, прикрепляя груз к передней или задней ее части (в зависимости от того, какая часть легче). Груз не должен нарушать форму и ухудшать аэродинамические свойства лопасти.

Если двигатель не развивает расчетного числа оборотов, начинает регулироваться раньше, пружины подтягивают. Вытяжка

Таблица 40

Основные неисправности ветроводоподъемника ВБ-3 и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
При скорости ветра 4—5 м/сек ветроводоподъемник не работает	1. Слабо или сильно затянута пружина, компенсирующая вес водоподъемной трубы 2. После очередной остановки ветроводоподъемника вследствие слабого ветра лопасти ветроколеса остались в рабочем положении (угол установки $\varphi = 5^\circ$), т. е. не повернулись на угол установки «на пуск» ($\varphi = 25^\circ$) 3. Неточная ориентация головки с ветроколесом «на ветер»	1. Подтянуть или ослабить компенсирующую пружину. Для этого с помощью гаек на трех шпильках поднять или опустить опору пружины. При небольшой затяжке пружины и слабом ветре ветроколесо должно находиться в горизонтальном положении, а водоподъемная труба в среднем положении 2. Несколько раз резко опустить и поднять грузовой бачок устройства для автоматического пуска и остановки ветроводоподъемника. Подняться на башню ветродвигателя, осмотреть детали механизма регулирования ветроколеса, проверить ход муфты регулятора и поставить лопасти в пусковое положение. Если необходимо, обновить смазку (ЦИАТИМ-201) в муфте регулятора 3. Проверить затяжку и наличие смазки в вертикале, устранить повышенное трение в нем
Повышенная вибрация водоподъемной трубы	Ослабли или разорвались растяжки водоподъемной трубы	Подтянуть растяжки, сохраняя правильное вертикальное положение водоподъемной трубы, порванные растяжки заменить запасными
Повышенная вибрация и колебания отдельных деталей башни, хвоста и головки	1. Ослабли болтовые соединения 2. Мал вес фундаментов или вокруг них плохо утрамбован грунт	1. Подтянуть болтовые крепления башни, хвоста и головки 2. Увеличить вес фундаментов, дополнительно залив их бетоном, хорошо утрамбовать грунт

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Ветроколесо начинает вращаться при больших скоростях ветра	1. Ослабло крепление водосборника на рукаве и ремень задевает за водосборник 2. Заклинен натяжной шкив водоподъемника вследствие попадания постороннего предмета между роликом и кожухом или разрушения текстолитовых втулок	1. Закрепить водосборник 2. Вынуть натяжной шкив из колодца, разобрать и прочистить. Если нужно, расточить текстолитовые втулки
Ремень спадает с ведущего или с натяжного шкива	Перекос ремня	Расшить ремень, устранить перекос и снова шить
Не работают устройства для автоматического и принудительного пуска и остановки	1. Загрязнились или обледенели направляющие вертикальной муфты 2. Загрязнились или обледенели большая пружина и тяга регулятора 3. Ослабло крепление хомута и упора на трубе мачты, в результате чего они сдвинулись со своего места 4. Засорилось верхнее отверстие трубы балластного бачка и создавалась воздушная пробка внутри него, в связи с чем вода не поступает в бачок 5. Выдернулся трос из хомута вертикальной муфты	1. Направляющие муфты очистить от грязи или льда и смазать 2. Очистить от грязи или льда большую пружину и тягу регулятора и смазать их 3. Отрегулировать положение хомута и упора на трубе мачты, затянуть болты 4. Очистить отверстие трубы балластного бачка от грязи 5. Ослабить болты хомута муфты, завести концы троса в разрез хомута и затянуть болты
Лопастей ветроколеса не устанавливаются на пусковые углы или не выводятся на рабочий угол из пускового положения. Ветроколесо не развивает расчетного числа оборотов	Загрязнен или обледенел регулятор.	Очистить регулятор от грязи и льда и смазать его
Одна из лопастей повернута на произвольный угол. Ветроколесо не развивает нужных оборотов. Вибрация колеса	Отвернулся болт М10, которым груз регулятора крепится на махе лопасти	Затянуть болт и закрепить груз регулятора на махе

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Лопастей при скоростях ветра 4—5 м/сек поворачиваются на угол, меньший 9°, и ветроколесо не набирает оборотов	Большая остаточная деформация или поломка большой пружины регулятора	Разобрать регулятор и заменить пружину запасной
Ветроколесо работает нормально, а ведущий шкив водоподъемника и шкив отбора мощности не вращаются	Ролики обгонной муфты не заклинивают ведомую шестерню нижнего редуктора в результате примерзания их к наружному кольцу в нейтральном положении	Подогреть нижний редуктор до 25—30° и слегка постучать по горизонтальному валу. Если муфта вышла из строя вследствие срабатывания лысок внутреннего кольца, необходимо разобрать нижний редуктор и временно заклинить муфту

тросов механизма пуска и остановки приводит к тому, что стабилизаторы не удается установить на нужный угол. В этом случае подтягивают тросы. Делают это при слабом ветре. Лебедку ставят в положение «на пуск» и укорачивают трос на 40—50 мм в месте присоединения его к рычагу остановки (под верхним балконом). Продольный люфт поворотных лопастей свидетельствует об отвертывании гайки опоры поворотной части. Через окно ее завертывают до отказа и обязательно контрят, так как иначе может произойти авария — отрыв крыла. Чтобы не отвертывались крышки роликов рычага механизма пуска и остановки, их завертывают до упора, закернивая в нескольких местах торцы.

Основные неисправности ветроводоподъемника ВП-3М приводятся в таблице 39.

У ветроводоподъемника ВВ-3 в процессе эксплуатации могут возникнуть следующие неисправности (табл. 40).

Основные неисправности, которые могут возникнуть при эксплуатации ветроустановки ВВУ-3, и способы их устранения приводятся в таблице 41.

НЕИСПРАВНОСТИ РАБОЧИХ МАШИН

Неисправности рабочих машин, применяемых на ветроустановках, сводятся обычно к затуплению и износу рабочих органов (ножей, молотков, жерновов) или забивке полостей, износу лент транспортеров, подшипников и других деталей. Устранение неисправностей описывается в заводских инструкциях.

Регулярная смазка трущихся частей двигателя увеличивает срок их службы и снижает потери на трение. Периодичность смазки и сорт смазочного материала должны соответствовать требованиям заводских инструкций, прилагаемых к машинам. Хорошая смазка заключается также в том, чтобы при минимальном расходе смазочных материалов трущиеся детали не работали в условиях сухого трения. Для смазки следует применять доброкачественные масла (густая смазка — ЦИАТИМ-201 и смазка УС, жидкая: автотракторное масло АК-15 летом и автотракторное масло АК-10 зимой). Зимой в густую смазку можно добавлять соляровое масло или керосин. Вместо машинного или солярового масла можно использовать отработанное, но регенерированное (тщательно профильтрованное) автотракторное масло. Для смазки некоторых деталей и узлов насосного оборудования применяют животное сало.

Смазочные и обтирочные материалы, отверстия масленок должны быть предохранены от попадания грязи и песка. Смазочные материалы хранят в банках с крышками, а обтирочный материал — в ящике с плотной крышкой.

Не следует заливать масла больше нормы, так как лишнее масло, вытекая из подшипников, загрязняет двигатель и делает опасным его обслуживание. Плотная набивка корпусов подшипников густой смазкой способствует интенсивному их нагреву, поэтому густой смазкой не заполняют больше половины свободной полости корпуса. Смазывать узлы и детали следует только после остановки двигателя. Если смазка сильно загрязнена, ее заменяют свежей, промыв перед этим трущиеся поверхности керосином.

Многие узлы и детали работают под открытым небом и особенно подвержены действию влаги, пыли и др. Поэтому сразу после смены смазки закрывают люки, колпачки, смазочные отверстия, чтобы предохранить трущиеся поверхности от попадания на них песка или грязи.

Важное значение имеет также регулярная смазка опор трансмиссии, втулок холостых шкивов и деталей насосного оборудования. Повышенные потери в трансмиссии приводят к тому, что двигатель начинает работать при более высоких скоростях ветра, отдавая меньшую полезную мощность.

Особое внимание обращают на смазку узлов и деталей механизма регулирования, муфт кинематической связи, так как от них во многом зависит надежность работы всей ветроустановки. С этой целью при осмотре механизма добавляют по мере необходимости смазку. При утечке масла неисправность немедленно устраняют. Если периодичность смазки большая (месяц и более), дату ее заносят в эксплуатационный журнал.

Смазка ветроэлектрических агрегатов ВЭ-2 и ВЭ-2М производится в следующих основных местах: подшипники генератора,

механизм регулирования и труба вертикальной опоры. Шариковые подшипники генератора смазывают непосредственно на монтажной площадке (столбе) 2 раза в год. Осторожно, чтобы не уронить винтов, отвертывают крышку переднего подшипника и закладывают в него смазку УС. Сняв колпак, смазывают задний подшипник.

После сильных дождей смазывают смазкой УС наружную трущуюся часть трубы вертикальной опоры, немного приподняв генератор. Один раз в год снимают ветроколесо и генератор, промывают керосином или бензином подшипники и закладывают свежую смазку. Один раз в месяц смазывают смазкой УС или автотракторным маслом головки шатунов регулятора. Штырь, по которому ходит муфта регулятора, не смазывают, так как в муфту вставлены текстолитовые втулочки, работающие без смазки. Колпачок на регуляторе должен быть прочно закреплен винтом, а место соприкосновения колпачка с муфтой слегка промазано смазкой УС, чтобы воспрепятствовать попаданию влаги в муфту.

Смазка ветроэлектрического агрегата ВЭ-5 производится в те же сроки, что и смазка агрегата ВЭ-2. Подшипники смазывают 2 раза в год, места соединений шатуна с поводком и колпачком, шарниры трехплечего рычага — один раз в месяц автотракторным маслом. Масло в картере редуктора меняют 2 раза в год. Летом в редуктор заливают 0,5 л автотракторного масла. К зиме отработанное масло сливают, картер промывают керосином и заливают в него 0,5 л пивейного или солярового масла.

В периоды между заливками дважды проверяют уровень масла. Для этого вывинчивают верхнюю, а затем нижнюю пробки и

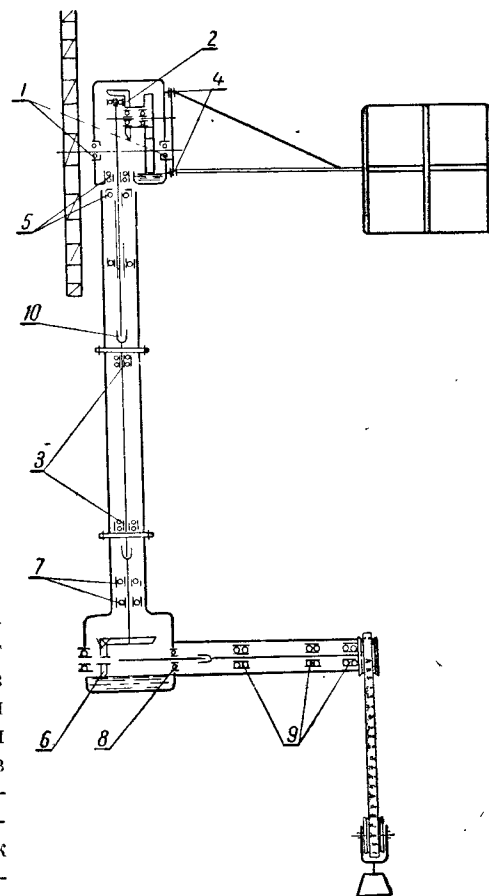


Рис. 126. Карта смазки ветроводоподъемника ВЭ-3М.

сливают масло из редуктора в чистую посуду. Обнаружив утечку масла, устраняют причину и доливают масло в картер. Один раз в год ветровой винт, редуктор и генератор снимают с башни, промывают керосином все подшипники и фетровые уплотнения и закладывают свежую смазку.

Смазка ветроводоподъемника ВП-3М. Карта смазки приведена на рисунке 126, а ниже — таблица смазки ветроподъемника.

Таблица смазки ветроводоподъемника ВП-3М

Позиция на рисунке 126	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1	Подшипники главного вала верхнего редуктора	2	Автотракторное масло	Один раз в сезон
2	Шестерни головки ветродвигателя	1	То же	То же
3	Нижний и верхний подшипники вертикального вала	2	Смазка УС	» »
4	Вкладыши оси хвоста	2	Автотракторное масло	Два раза в месяц
5	Подшипники опоры головки	2	Смазка УС	Один раз в сезон
6	Картер нижнего редуктора	1	Автотракторное масло	То же
7	Подшипники вертикального вала нижнего редуктора	2	Смазка УС	Один раз в месяц
8	Подшипники горизонтального вала нижнего редуктора	2	Автотракторное масло	Один раз в сезон
9	Подшипники рукава водоподъемника	2	Смазка УС	Два раза в месяц
10	Подшипники контрпривода	2	То же	Один раз в месяц
—	Вертялюг	1	» »	То же

Смазка ветроводоподъемника ВВ-3. Карта смазки приведена на рисунке 127, а ниже — таблица смазки ветроподъемника.

Таблица смазки ветроводоподъемника ВВ-3

Позиция на рисунке 127	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1	Муфта механизма регулирования (под колпачком)	1	Смазка ЦИАТИМ-201	Один раз в месяц
2	Оси и втулки механизма регулирования	4	Автотракторное масло	То же
3	Подшипники лопастей	2	Смазка УС	» »
4	Подшипники главного вала	2	То же	» »
5	Подшипники кривошипа	1	» »	» »
6	Оси и втулки рычага пуска и остановки	3	Автотракторное масло	» »
7	Подшипник штока	1	Смазка УС	» »
8	Оси и втулки механизма автоматической остановки и пуска	1	Автотракторное масло	» »

Ветроустановка ВВУ-3. Карта смазки приведена на рисунке 128, а ниже — таблица смазки ветроустановки.

Таблица смазки ветроустановки ВВУ-3

Позиция на рисунке 128	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1	Оси и втулки рычагов и муфты механизма регулирования	6	Автотракторное масло	Один раз в месяц
2	Шток регулятора	1	Смазка УС	То же
3	Подшипники лопастей	3	То же	» »
4	Корпуса редукторов	2	Автотракторное масло	2 раза в год
5	Подшипники вертикального вала	2	Смазка УС	Один раз в месяц
6	Подшипники рукава водоподъемника	2	То же	То же
7	Подшипники опоры головки	2	» »	Один раз в год (при разборке агрегата)
8	Оси рычагов пуска и остановки	4	Автотракторное масло	Один раз в месяц

Смазка ветродвигателя ТВ-5. Ниже приведена таблица смазки этого двигателя.

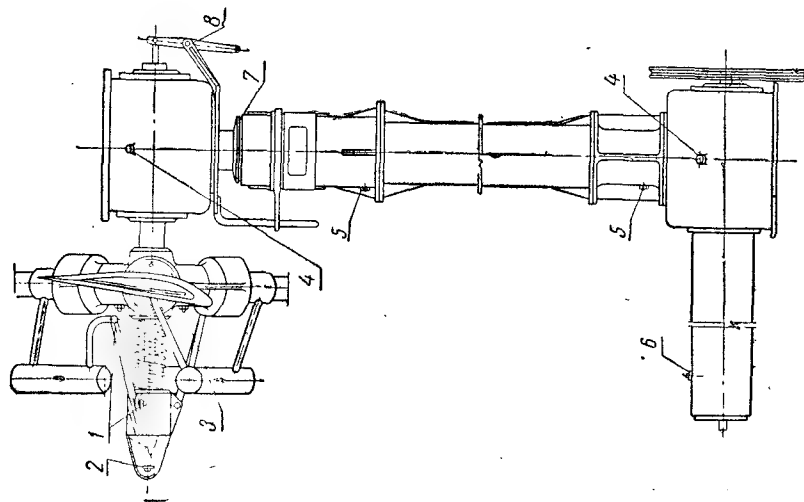


Рис. 128. Карта смазки ветроводоподъемника ВВУ-3.

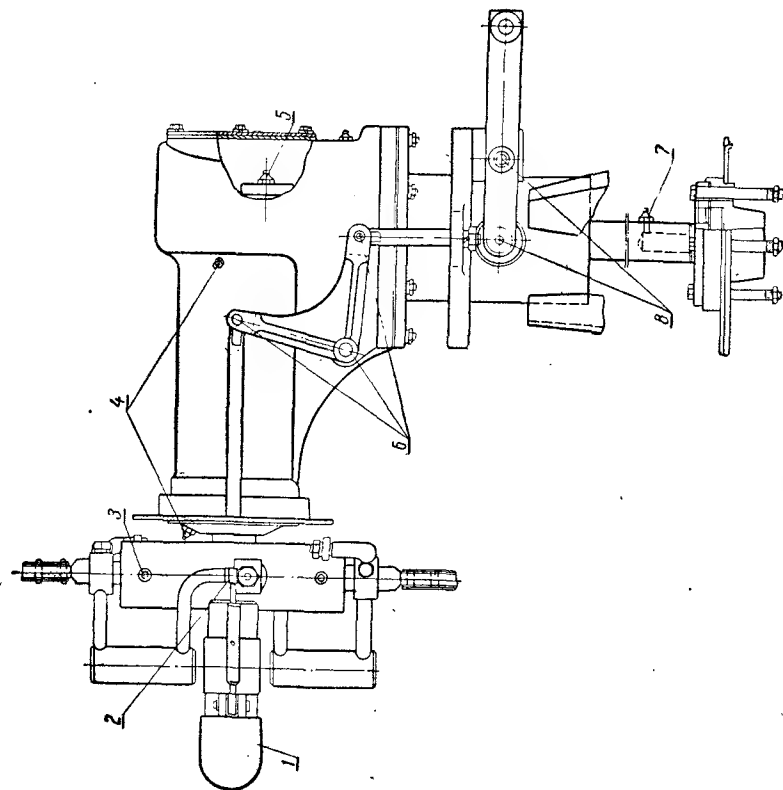


Рис. 127. Карта смазки ветроводоподъемника ВБ-3.

Таблица смазки ветродвигателя ТВ-5

Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
Редуктор	1	Автотракторное масло	Один раз в 3 месяца
Подшипники главного вала	2	Смазка УС	Два раза в месяц
Опоры оси хвоста	2	То же	То же
Вертулг приводной штанги	1	» »	Один раз в 10 дней
Направляющие опоры приводной штанги	3	» »	Через день
Опорный подшипник головки	1	» »	Один раз в месяц
Оси роликов троса останова	2	» »	То же
Поверхность опорной трубы	1	» »	2 раза в месяц
Диск муфты останова	1	» »	То же
Поверхность штока	1	» »	» »
Ось барабана лебедки останова	2	Автотракторное масло	» »
Шток переходной коробки	1	Животное сало	Через день

Смазка ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8. На рисунке 129 приведена карта смазки, а ниже — таблица смазки этих двигателей.

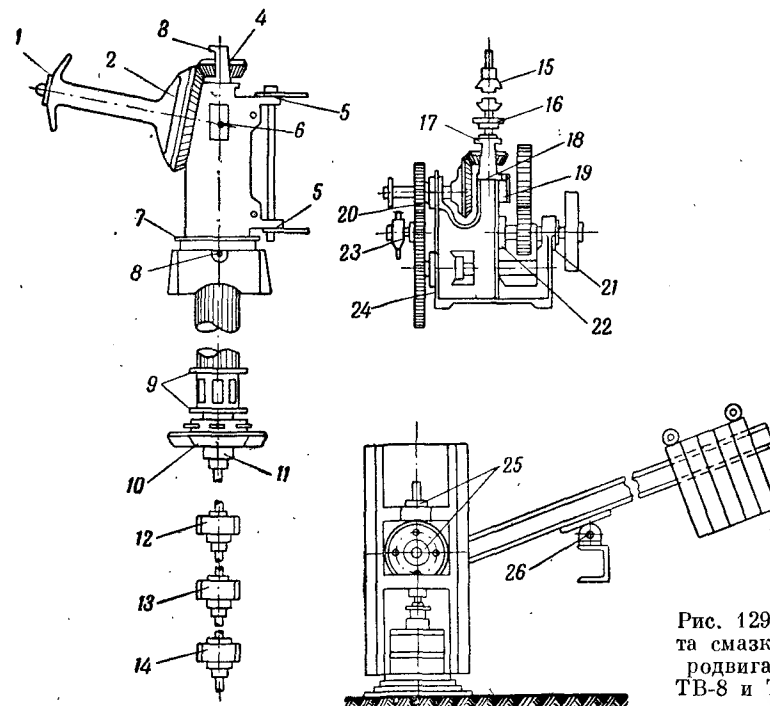


Рис. 129. Карта смазки ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8.

Таблица смазки ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8

Позиция на рисунке 129	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1 и 2	Передний и задний подшипники ступицы колеса	2	Смазка УС	Раз в 10 дней
3 и 4	Первый и второй подшипники вертикального вала головки	2	То же	То же
5	Подшипник шкворня хвоста	2	» »	» »
6	Оси роликов механизма пуска и остановки	2	Автотракторное масло	» »
7	Опорный шариковый подшипник головки	1	Смазка УС	» »
8	Подшипник в верхней части опорной трубы	1	То же	» »
9	Поверхность опорной трубы, под муфтой механизма пуска и остановки	2	» »	» »
10	Подшипник в нижней части опорной трубы	1	» »	Ежедневно
11—14	Подшипники вертикального вала	4	Автотракторное масло	То же
15 и 16	Кулачковая муфта и ее скоба	2	То же	» »
17 и 18	Подшипники вертикального вала лебедки	2	Смазка УС	Раз в 10 дней
19—23	Подшипники верхнего горизонтального вала лебедки, вала шкива и головки шатуна насоса	5	То же	То же
24	Подшипники вала шестерни насоса	2	Автотракторное масло	Ежедневно
25	Вилка шатуна, ось ролика	4	Смазка УС	То же
26	Подшипник балансира	2	То же	» »
—	Подшипник лебедки остановки	2	» »	Раз в 5 дней
—	Зубья шестерен головки и универсальной лебедки, колеса каретки направляющего механизма и основание муфты остановки	—	» »	Протирать и смазывать раз в 5 дней

Смазка ветродвигателя УВД-8 в связи с наличием закрытых редукторов проще, чем смазка двигателя ТВ-8. Карта смазки этого двигателя показана на рисунке 130, а ниже — таблица его смазки.

Таблица смазки ветродвигателя УВД-8

Позиция на рисунке 130	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1	Верхний редуктор	1	Автотракторное масло	2 раза в год
2—4	Подшипники главного и промежуточного валов	4	Смазка УС	Один раз в 10 дней
5	Опорный подшипник	1	То же	Один раз в месяц
6	Подшипник оси хвоста	2	» »	Один раз в 10 дней
7	Ось ролика	1	» »	То же
8	Опорные ролики	4	» »	Один раз в месяц
9	Муфта остановки	1	» »	Один раз в 5 дней
10	Верхний подшипник вертикального вала	1	» »	Один раз в 10 дней
11	Средний подшипник вертикального вала	1	» »	То же
12	Подшипник вертикальной трансмиссии	3	» »	» »
13	Нижний редуктор	1	Автотракторное масло	Два раза в год
14	Подшипники нижнего редуктора	3	Смазка УС	Один раз в 10 дней
15	Опорный ролик лестницы	2	То же	То же

Смазка водоподъемной лебедки. Узлы и детали лебедки ВЛ смазывают в следующие сроки: четыре подшипника скольжения ведущего и ведомого валов ежедневно, крепление шатуна к большой шестерне один раз в 5 дней машинным или автотракторным маслом; смазку в масляных ваннах меняют 2 раза в месяц, заливая каждый раз столько, чтобы в масле полностью находился зуб большой шестерни. Для нормальной работы лебедки маслянки на крышке корпуса должны быть всегда наполнены автотракторным маслом.

Смазка ветродвигателя Д-12. Карта смазки приведена на рисунке 131, а ниже — таблица смазки этого двигателя.

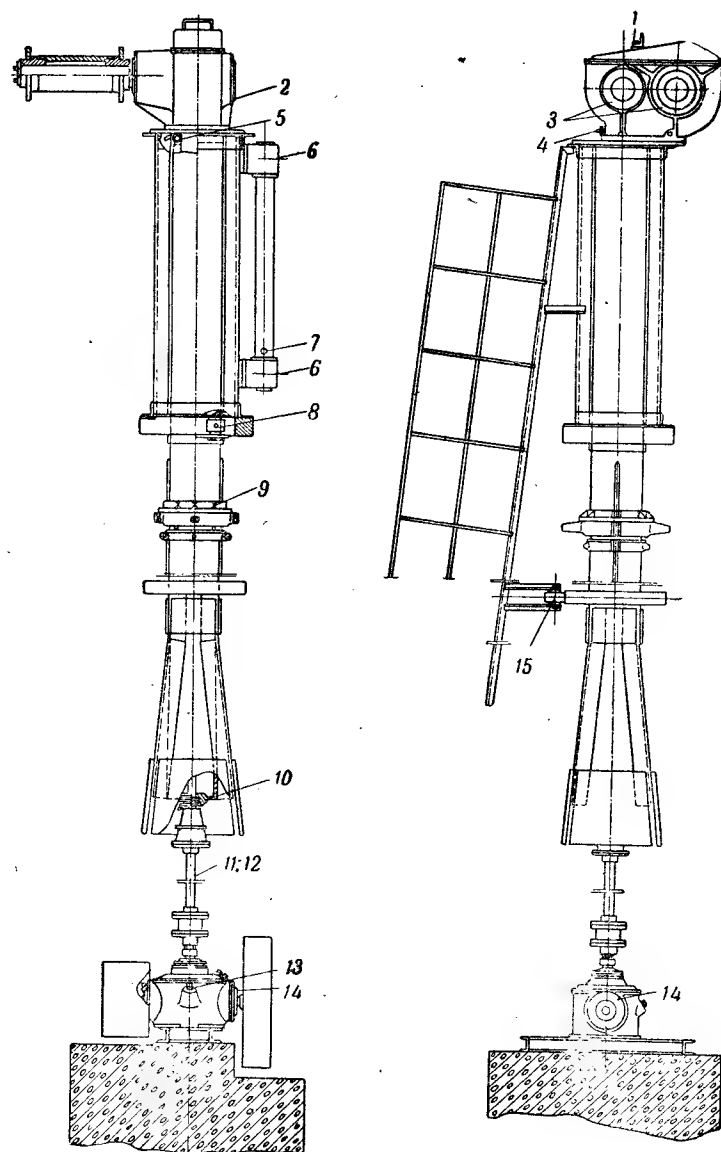


Рис. 130. Карта смазки ветродвигателя УВД-8.

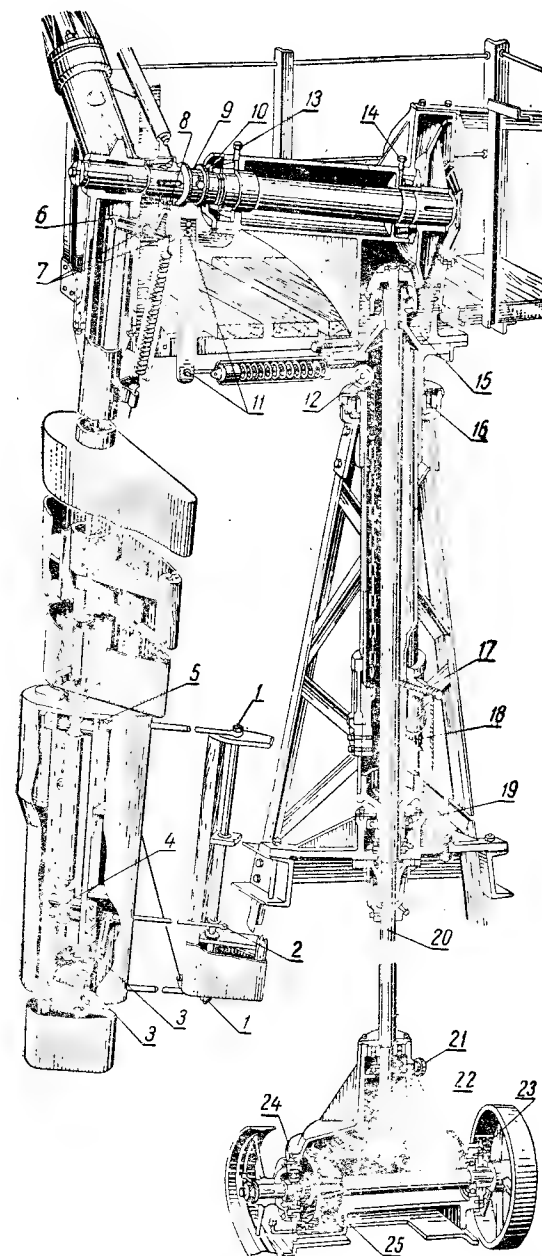


Рис. 131. Карта смазки ветродвигателя Д-12.

Таблица смазки ветродвигателя Д-12

Позиция на рисунке 131	Место смазки	Количество мест смазки	Смазочный материал	Периодичность
1	Опоры стабилизатора	6	Автотракторное масло	Ежедневно
2 и 3	Шарниры рычага стабилизатора и тяг регулирования	9	То же	»
4 и 5	Опоры поворотной части лопасти	6	Смазка УС	Один раз в месяц
6 и 7	Шарниры рычага тройника	6	Автотракторное масло	Ежедневно
8	Шарнир муфты регулирования	1	Смазка УС	Один раз в 10 дней
9	Упор муфты остановки	1	Автотракторное масло	Ежедневно
10	Место скольжения муфты на главном валу	1	То же	»
11	Шарниры рычага остановки	2	» »	»
12	Направляющий ролик	2	» »	»
13 и 14	Опоры главного вала	2	Смазка УС	Один раз в 10 дней
15	Шестерни редуктора	1	Автотракторное масло	2 раза в год
16	Верхняя опора головки	1	Смазка УС	Один раз в месяц
17	Шарнир муфты остановки	1	То же	Один раз в 10 дней
18	Место скольжения муфты остановки на опорной трубе	1	» »	То же
19	Нижняя опора головки	1	» »	Один раз в месяц
20	Опоры вертикального вала	4	Смазка УС	Один раз в месяц
21 и 22	Опоры вертикального вала редуктора	2	То же	Один раз в 10 дней
23 и 24	Опоры горизонтального вала редуктора	2	» »	То же
25	Шестерни редуктора	1	Автотракторное масло	Один раз в 6 месяцев
—	Винтовая тяга лебедки остановки	1	То же	Один раз в 10 дней

На каждой ветроустановке ежемесячно расходуется примерно следующее количество смазочных и обтирочных материалов (табл. 42).

Таблица 42

Примерный месячный расход смазочных и обтирочных материалов на одну ветроустановку

Материал	Нормы расхода в месяц, кг для ветроустановок с двигателями					
	ВЭ-2, ВЭ-2М, ВЭ-5, ВБ-3	ВП-3, ВПУ-3	ТВ-5	ТВ-8	УВД-8	Д-12
Автотракторное масло	0,2	2,0	2	6	7	5
Смазка УС	0,3	0,5	1	4	3	2
Керосин	1,5	2,0	3	3	3	4
Обтирочные материалы	0,5	1,0	2	2	2	2

Кроме того, на смазку сальника переходной коробки поршневого насоса и проварку пеньки в полгода затрачивается около 0,5 кг животного сала.

ГЛАВА 18

Опыт эксплуатации и технико-экономические показатели ветроагрегатов

К настоящему времени накоплен и обобщен большой опыт эксплуатации ветросиловых установок различного назначения. Это позволило уточнить технико-экономические показатели и эффективность применения ветродвигателей для механизации подъема воды на фермах, зарядки аккумуляторных батарей, размолота зерна и других работ.

Благодаря расширению выпуска ветронасосных установок небольшой мощности появилась возможность обобщить также и опыт использования ветродвигателей на пастбищах. Наиболее широкое распространение ветронасосные установки типа ТВ-5 и ТВ-8 получили на Украине, особенно в Полтавской, Черниговской и Сумской областях, в Краснодарском крае, в некоторых районах Омской области. Ветроводоподъемники на пастбищах используются в Калмыцкой АССР, Астраханской, Ростовской и Оренбургской областях РСФСР, Казахской ССР, в некоторых совхозах Туркменской ССР.

*Капитальные затраты и годовые эксплуатационные расходы
на водоснабжение*

Во многих хозяйствах используется по несколько ветродвигателей. Так, в сельхозартели имени Жданова Павловского колхозно-совхозного управления Воронежской области длительное время на четырех фермах работало пять ветронасосных установок, причем первый ветродвигатель был смонтирован еще в 1952 г. До установки электрических насосов почти все общественное поголовье скота снабжали водой, доставляемой из колодцев, благодаря использованию энергии ветра. Водой пользуется и часть населения. Каждый ветродвигатель оборудован водонапорной башней или баком для воды.

Переход на механизированное водоснабжение резко снизил затраты труда и средств. Так, затраты трудодней на обслуживание всех пяти ветродвигателей стали примерно равны тем затратам, которые расходовались раньше только на одной свиноводческой ферме.

В колхозах и совхозах Тюкалинского района Омской области уже в 1959 г. работало 97 ветродвигателей, из них 91 двигатель был установлен на фермах. В это время благодаря энергии ветра был механизирован подъем воды, которая предназначалась более чем для 35 тыс. голов крупного рогатого скота, 7000 свиней, около 20 тыс. овец, для большого количества птицы и рабочего скота. Важно отметить, что многие хозяйства продолжают использовать ветродвигатели, несмотря на то что имеют свои электростанции или на усадьбу подведена электроэнергия от сетей. По подсчетам, ветродвигатели окупили свою стоимость в течение 1—2 лет эксплуатации, в то время как срок амортизации двигателя составляет 15 лет, а при хорошем уходе и более. По опыту этих колхозов стоимость воды, поднятой ветродвигателем, в 1,5—2 раза ниже, чем при использовании бензинового двигателя ЗИД-4,5. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы на водоснабжение при помощи ветродвигателя ТВ-8 и тепловой установки, по данным Тюкалинского строительного-монтажного участка Омского облводхоза и колхоза «Власть Советов», приведены в таблице 43.

Благодаря проведению регулярных текущих и капитальных ремонтов, систематической смазке всех узлов и хорошему уходу большинство ветродвигателей бесперебойно работает почти круглый год.

Колхозные механизаторы применяют приспособления, улучшающие работу ветронасосной установки и повышающие долговечность ветродвигателя.

При подъеме воды с большой глубины (70 м и более), большом напоре и тяжелых штангах поршневой насос работает рывками. Поэтому для более плавной работы ветродвигателя на лебедке целесообразно в отдельных случаях устанавливать простейшие амортизирующие устройства.

Эффективным средством повышения плавности работы является применение тонкостенных трубчатых штанг, имеющих на концах заглушки, предотвращающие попадание воды внутрь штанг.

Наименование затрат и расходов	Затраты и расходы, тыс. руб.		
	ветронасосная установка	насосная лебедка с двигателем ЗИД-4,5	ручной подъем
Капитальные затраты			
Ветродвигатель и комплекте	0,82	—	—
Двигатель ЗИД-4,5	—	0,28	—
Насосная лебедка с насосом	—	0,5	—
Трубы нагнетательные и штанги	—	0,08	—
Передача от двигателя к лебедке	0,03	0,03	—
Монтаж оборудования	0,77	0,3	—
Водонапорная башня	1,18	1,18	—
Ручной насос и комплекте	—	—	0,15
Итого	2,8	2,37	0,15
Эксплуатационные расходы			
Отчисления на амортизацию (в % от балансовой стоимости):			
ветродвигателя в комплекте (6,6%)	0,105	—	—
теплового двигателя (15%)	—	0,057	—
лебедки и насосного оборудования (6,6%)	—	0,053	0,01
водонапорной башни (5%)	0,059	0,059	—
Ремонт	0,08	0,16	0,005
Приобретение топлива и смазочных материалов	0,009	0,145	—
Зарплата обслуживающего персонала	0,36	0,36	3,19*
Итого	0,613	0,834	3,205

* Сюда входят оплата возчиков нады, оплата за обслуживание колодца и дополнительное вознаграждение скотникам.

В последние годы широко используются ветродвигатели в колхозе «Путь к коммунизму», одном из крупнейших хозяйств Владимирского района Астраханской области. Сельхозартель имеет около 100 тыс. га земельных угодий, причем многие земельные участки расположены в 100—200 км от центральной усадьбы. Главной отраслью хозяйства является интенсивное животноводство. В артели имеется до 70 отдельных животноводческих пунктов, где содержится свыше 5500 голов крупного рогатого скота,

свыше 30 тыс. овец, 4000 свиней, 600 лошадей и верблюдов, выращивается до 100 тыс. голов различной птицы.

Еще несколько лет назад в хозяйстве все работы делались вручную или при помощи быков и верблюдов. Чтобы снизить затраты труда и средств на водопой животных, сократить число ухаживающих в гуртах и отарах и облегчить труд чабанов, начали широко применять ветродвигатели.

На показательной молочнотоварной ферме установили ветроэлектростанцию Д-18 с тепловым резервным двигателем, при помощи которой осветили жилые помещения, механизировали подъем воды, приготовление и раздачу кормов. На двух участках установили ветромельничные агрегаты, а на первомайском отделении — быстроходный ветродвигатель Д-12, который за 10 ч работы наполняет водой цистерну объемом 60 м³. На ветряных мельницах ежедневно перерабатывают до 6 т зерна.

Прямая выгода от ветромельничных агрегатов в том, что теперь почти на 6000 т-км сократился пробег автомобилей от места помола зерна до чабанских участков. Но самое широкое применение нашли ветроводоподъемники ВП-3М, ВБ-3, ВВУ-3 на пастбищах, а также ветроэлектрические зарядные агрегаты. В настоящее время в хозяйстве работает 45 ветродвигателей разных типов, применение которых дает большой экономический эффект.

На показательной молочнотоварной ферме годовая экономия составляет около 6000 руб. благодаря сокращению числа доярок, свинаярей и водовозов, около 20 тыс. руб. вследствие высвобождения 50 животных, которые раньше работали на подъеме воды из колодцев, и почти 50 тыс. руб. в результате уменьшения числа чабанов.

Благодаря хорошему техническому обслуживанию установки действуют безотказно.

Примеру колхоза «Путь к коммунизму» последовали не только хозяйства Владимирского района, но и многие другие колхозы и совхозы Астраханской области, решившие поставить энергию ветра на службу сельскому хозяйству. Так, в совхозе «Никольский» Енотаевского района используют более 30 ветроустановок. Сейчас в области работает уже более 550 ветроустановок.

В Калмыцкой АССР имеется около 350 ветродвигателей, приобретенных в основном в 1961—1964 гг. Почти 10 лет эксплуатируют ветродвигатели Д-12 и ТВ-8 в крупнейшем совхозе республики «Черноземельский». Они установлены на трех скважинах и качают воду в искусственные водоемы емкостью 50 м³, изготовленные из местного ракушечника. В отдаленные кошары воду развозят в автоцистернах.

Одна установка Д-12 обеспечивала водой два табуна лошадей и шесть отар овец — примерно 6000 голов. За последние три года не было ни одного случая перебоя в подаче воды. По данным

совхоза, стоимость одного двигателя окупилась менее чем за 2 года. В колхозе «Гигант» этой же республики установленные в 1962 г. 10 ветроводоподъемников ВП-3М благодаря четко налаженной системе технического обслуживания работают безаварийно и дают большую экономию средств.

Много ветродвигателей используется для подъема воды на фермах Краснодарского края. Так, колхозом имени Кирова Кореневского района было приобретено 12 ветродвигателей для водоснабжения девяти молочнотоварных ферм, двух свиноводческих и птицефермы.

Сравнение технико-экономических показателей механизированного водоснабжения молочнотоварной фермы в 500 голов крупного рогатого скота в этом колхозе при суточной потребности 30 м³ воды показывает, что стоимость подъема 1 м³ воды составляет: при использовании ветродвигателя ТВ-8 около 6 коп., теплового двигателя Л-3 или электродвигателя мощностью 7 квт примерно 9,5 коп., а при ручном подъеме почти в 5,5 раза больше. Годовая экономия от эксплуатации одного двигателя ТВ-8 составила свыше 5000 руб. и расходы, связанные с установкой агрегата, окупились почти за год.

Более 100 ветроводоподъемников ВП-3, ВП-3М, ВБ-3 и ВВУ-3 работают в Туркменской ССР, из них большинство в совхозах «Бахарден» Геок-Тепинского производственного управления, «Ербент» Апхабадского управления, «Кызыл-Арват» и др.

Совхоз «Бахарден» является одним из крупнейших овцеводческих хозяйств республики, он имеет около 30 тыс. каракульских овец, более 200 верблюдов. Водопой скота на пастбищах осуществляется из малобитных шахтных колодцев глубиной до 30 м (рис. 132). Для поения совхозных отар используют около 20 ветроводоподъемников.

По данным совхоза, стоимость 1 м³ воды составляет (при сезонном потреблении 600 м³): доставленной лепточным водоподъемником Л-100 с приводом от стационарного теплового двигателя 0,68 руб., верблюдом 0,45 руб., а ветродвигателем менее 0,2 руб.

В 1965 г. начали широко использовать на пастбищах ветронасосные установки в совхозе «Каракол» (Семипалатинская область Казахской ССР).

Обобщение опыта эксплуатации ветроустановок различных типов показывает, что эффективность их использования зависит не только от характеристик двигателя, ветровых условий района и времени использования агрегата (год, сезон), но также и от емкости резервного бака, величины водопотребления, глубины водонесточника и его дебита, системы технического обслуживания ветроустановок.

Поэтому издержки на подъем 1 м³ воды или стоимость 1 квт.ч электрической энергии могут в зависимости от конкретных условий изменяться в довольно широких пределах. Чтобы решить,

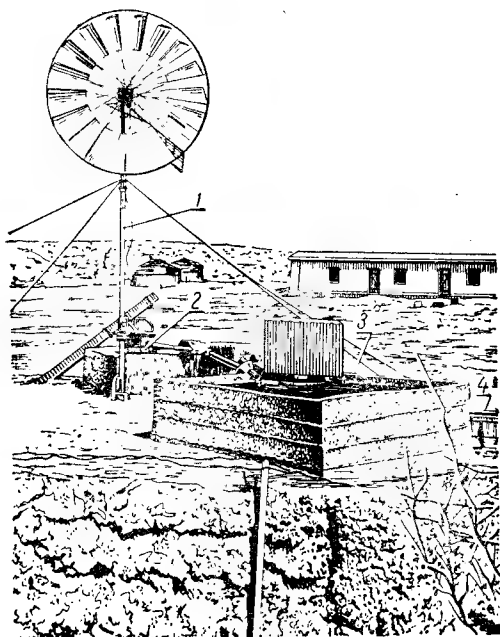


Рис. 132. Водопойный пункт с ветродвигателем ВП-3М на пастбище:

1 — ветроводоподъемник; 2 — колодец; 3 — емкость для воды (гаудан); 4 — водопойное горыто.

характеристик в сравнении, например, с подъемом воды вручную, ибо в этом случае удастся выявить только снижение затрат труда и средств, на которое может рассчитывать потребитель, заменив ручной привод ветродвигателем, и решить, нужно ли вообще в данных условиях вводить механизацию.

Более важным является выбор такого типа энергетической установки, которая была бы наиболее выгодна для работы с насосом, генератором и т. д.

Вследствие изменчивости действия ветра двигатель не может развивать постоянной мощности. До определенных значений она растет пропорционально кубу скорости ветрового потока. Обычно установленную мощность двигателя принимают при расчетной скорости ветра 7—8 м/сек, реже 9—11 м/сек. При скоростях больших, чем расчетные, мощность не возрастает.

Так как режим скоростей ветра заранее предусмотреть нельзя, то мощности, развиваемые агрегатом, могут быть самыми различными. Поэтому при сравнении эффективности действия ветроустановок с другими двигателями за основу следует брать не

выгодно ли в данных условиях использовать ветродвигатель, нужно подсчитать экономический эффект от применения установки.

Технико-экономические расчеты необходимо проводить не только для того, чтобы знать величину первоначальных затрат, текущих расходов, стоимость воды и энергии, но также для того, чтобы убедиться, нужно ли вообще механизировать данный процесс и дает ли ветродвигатель более высокие экономические показатели, чем другие типы двигателей. Нельзя ограничиваться только сравнением показателей использования ветродвигателя с применяемым способом. Для ветронасосных агрегатов недостаточен анализ их ха-

развиваемую мощность, а возможную годовую выработку энергии, т. е. сравнивать их при одинаковом энергетическом эффекте, величина которого для заданной ветровой зоны подсчитывается достаточно точно.

При расчете эффективности ветронасосных установок в качестве сопоставимой величины принимают количество воды, поднимаемой или потребляемой за расчетный период (год, сезон). Но так как некоторые показатели зависят и от мощности, то надо сравнивать с тепловым или электрическим двигателем ветродвигатель примерно такой же установленной мощности.

Мощность двигателя насосной установки используется наилучшим образом, так как воду можно поднимать всегда, когда есть ветер, в колодце имеется вода, а резервный бак не заполнен. Здесь можно добиться оптимального совпадения графика нагрузки с ходом скоростей ветра и, запасая воду в баках, обеспечить потребителя водой в часы затиший.

Зная по паспортным данным производительность ветроустановки при различных скоростях ветра, а по кривым распределения повторяемости (в часах) различных скоростей (см. табл. 13—16), можно определить теоретическую выработку установки $Q_{\text{год}}^T$ (сез), которая является максимальной:

$$Q_{\text{год}}^T (\text{сез}) = \sum_{V_i = V_{\text{мин}}}^{V_i = V_{\text{раб. макс}}} Q_{\text{чи}} \cdot t_i \cdot \text{м}^3,$$

где $Q_{\text{чи}}$ — производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$, при скорости ветра V_i ;
 t_i — число часов работы в году (сезоне) при скорости ветра V_i ;
 $V_{\text{мин}}$ — скорость ветра, $\text{м}/\text{сек}$, при которой ветроустановка начинает подавать воду;
 $V_{\text{раб. макс}}$ — максимальная скорость, при которой двигатель еще совершает полезную работу.

Для получения реальной производительности $Q_{\text{р}}$ умножают величину Q^T на коэффициент эксплуатации $K_{\text{экс}}$ и коэффициент совпадения графиков ветра и потребления $K_{\text{с}}$:

$$Q_{\text{р}} = Q^T \cdot K_{\text{экс}} \cdot K_{\text{с}} \cdot \text{м}^3.$$

Для двигателей некоторых типов значения выработки при $K_{\text{экс}} = 0,8$ можно взять из таблиц 18 и 19.

Так как по экономическим соображениям объем резервного бака невыгодно брать настолько большим, чтобы он вмещал всю воду, которую может поднять ветродвигатель, а при ограниченных дебитах двигатель некоторое время работает вхолостую из-за отсутствия воды в колодце, то $K_{\text{с}}$ будет всегда меньше единицы. Так, для пастбищных насосных установок можно принимать $K_{\text{с(сез)}} = 0,75 - 0,95$; $K_{\text{с(год)}} = 0,6 - 0,9$.

Более точные значения K_c получают в результате обычных водобалансовых расчетов, задаваясь различными объемами баков в пределах обеспеченности $P = 75-95\%$. В этом случае определяют расчетом оптимальный объем бака.

Для существующих агрегатов пастбищного типа, используемых в районах с $V_{ср.г} = 4-4,5$ м/сек на типовых водопойных пунктах с поголовьем до 1000 овец, может потребоваться установка бака на 20-30 м³ воды в сутки и более при обеспеченности $P = 75-80\%$. Дальнейшее повышение обеспеченности обычно невыгодно из-за резкого возрастания объема бака и соответственно капитальных затрат.

Если дебит водоисточника больше максимальной производительности, а воду можно использовать не только для поения животных, но, например, и для постоянного полива бахчей или если объем резервного бака достаточно велик, то K_c принимают равным единице.

Если можно использовать полностью величину Q^p , то подбирают из числа имеющихся технических средств тепловую насосную установку, а когда имеется сеть, то и электронасосный агрегат, которые за выбранный период времени могут поднять с заданной глубины такое же количество воды, что и ветродвигатель.

Затем подсчитывают капитальные затраты K , годовые эксплуатационные расходы, себестоимость воды C и удельные расчетные затраты $\bar{Z}$ для ветроводоподъемника и сопоставляемых средств механизации и строят совмещенные графики, показывающие изменение этих показателей в зависимости от ветрового режима или водопотребления.

Годовую или сезонную себестоимость подсчитывают по выражениям:

$$C_{\text{год}} = \frac{U_{\text{год}}}{Q_{\text{год}}^p} \text{ или } C_{\text{сез}} = \frac{U_{\text{сез}}}{Q_{\text{сез}}^p} \text{ коп/м}^3,$$

а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений по формуле:

$$T_d = \frac{K_v - K_{т(э)}}{\bar{C}} = \frac{K_v - K_{т(э)}}{[C_{т(э)} - \bar{C}] Q_{\text{год}}^p}.$$

Вариант, для которого расчетные затраты

$$\bar{Z} = \frac{U_{\text{год}}}{Q_{\text{год}}^p} + \frac{1}{T_n} \frac{K}{Q_{\text{год}}^p} = C + \rho_n \bar{K}_{в(т,э)} \text{ руб/м}^3$$

получаются минимальными, является наивыгоднейшим.

Здесь $U_{\text{год}}$ — годовые эксплуатационные расходы;

$\bar{K}_{в(т,э)}$ — удельные капитальные затраты на сооружение ветронасосной установки (тепловой, электрической);

K_v — капитальные затраты (в руб.) на сооружение ветронасосной установки;

$K_{т(э)}$ — то же, на сооружение тепловой (электрической) насосной установки;

$\bar{C}$ — годовая экономия;

ρ_n — нормативный коэффициент эффективности;

T_d — срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

T_n — нормативный срок окупаемости капитальных вложений (в энергетике принят равным 8 годам, поэтому время T полной окупаемости первоначальных затрат при сравнении с немеханизированным способом подъема воды не должно превышать T_n).

Индексы v , t и $э$ при обозначениях относятся соответственно к ветровой, тепловой и электрической установкам.

В расчетах принимают следующие исходные данные.

Затраты времени на обслуживание: для ветродвигателя — 1-2 чел-ч в сутки, тепловой установки — 50% времени ее работы, электроустановки — по 20 мин на каждое включение и выключение вместе с осмотром и подготовкой к пуску; зарплата с начислениями по III разряду — 30 коп/ч, по IV — 34 коп/ч. Для пастбищных установок следует учесть полевую надбавку механикам.

При групповом обслуживании агрегатов развозным механиком оплату труда, затраты на горючее и стоимость эксплуатации автомобиля раскладывают пропорционально числу и выработке ветроустановок. Так, ежегодные амортизационные отчисления по ветроустановке составляют 10,2%, в том числе на полное восстановление 7,2% и на капитальный ремонт 3%. Отчисления по другим объектам (колодцы, баки и т. д.) берут по нормам (табл. 44).

Таблица 44

Нормы ежегодных отчислений на восстановление, капитальный и текущий ремонт

Наименование	Отчисления в % от балансовой стоимости	
	на полное восстановление	на капитальный и текущий ремонт
Колодец	1,7	2,0
Железобетонный бак	2,0	1,5
Водопойные корыта	2,0	1,5
Ветродвигатель	7,2	5,0
Тепловой двигатель	18,8	13,75
Ленточный водоподъемник	13,2	8,56
Автомобиль ГАЗ-63	18,0	3,46 *

* На каждые 10 тыс. км пробега.

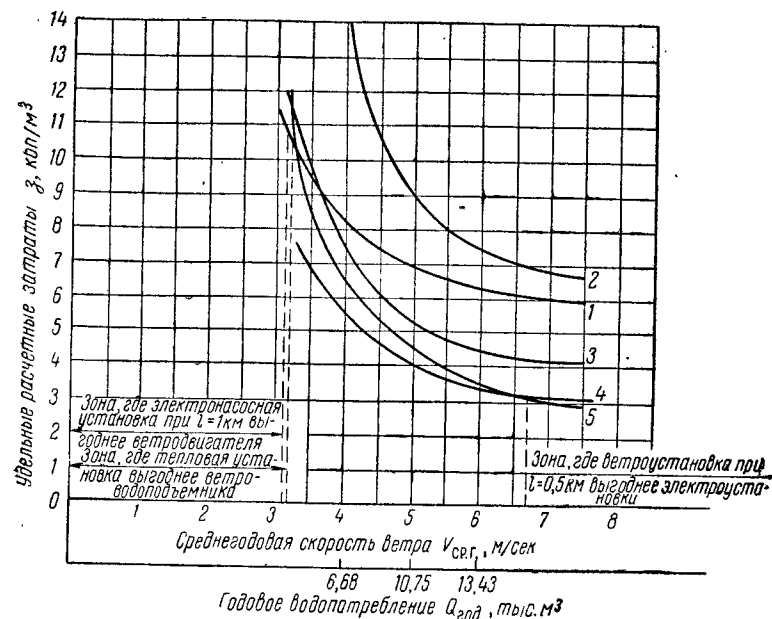


Рис. 133. Удельные расчетные затраты на механизированный подъем воды при годовом использовании установок ($K_{\text{экс}} = 0,8$ и $K_c = 1,0$):

1 — тепловая установка; 2 — электронасосная установка при удалении от сети $l = 2$ км; 3 — то же, $l = 1$ км; 4 — то же, $l = 0,5$ км; 5 — ветроводоподъемник 2ВПЛ-4.

При удалении водоисточника от высоковольтной сети до 1 км учитывают капитальные затраты только на строительство низковольтной линии. При больших расстояниях принимают во внимание стоимость высоковольтной линии и трансформаторной подстанции. Затраты на текущий ремонт по подстанции и низковольтной сети обычно равны 3%, по высоковольтной — 5%.

Расход на электроэнергию вместе с затратами на обслуживание сети учитывают по тарифу, а при питании от собственной электростанции — по отпускной цене, стоимость топлива с учетом смазочных материалов — по зональным расценкам, а их расход на эффективную л. с. ч. — по паспортным данным двигателей.

На рисунках 133—135 показаны результаты расчетов, выполненных для некоторых пастбищных водоподъемных установок. Принималось, что тепловая насосная установка питается от станции ЖЭС-2 ($P = 1,6$ квт), себестоимость воды при ручном подъеме $C_{\text{ручн}}$ принята минимальной — 20 коп/м³. Хотя на пастбищах нет электрических сетей, были сделаны расчеты и для электронасосных установок.

Несмотря на большие капитальные вложения на ветроводоподъемник по сравнению с тепловой установкой, эксплуатацион-

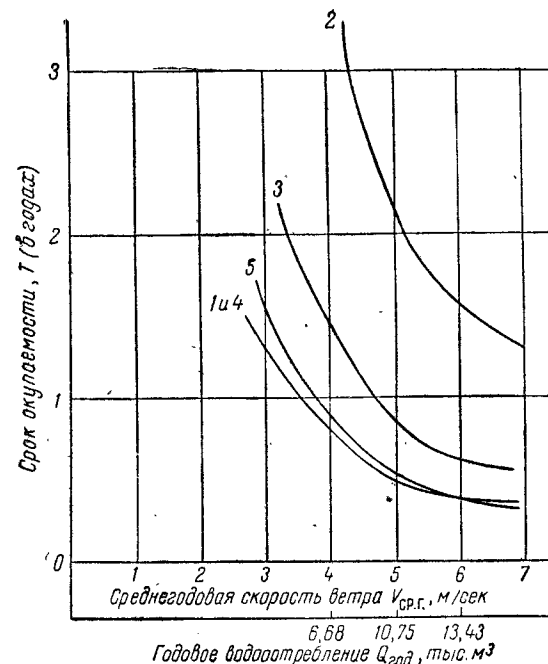


Рис. 134. Окупаемость капитальных затрат на механизацию водоподъема при годовом использовании установок:

обозначения позиций те же, что на рисунке 133.

ные расходы снижаются, что приводит к быстрой окупаемости затрат на механизацию и дополнительных вложений. По сравнению с ручным подъемом затраты окупаются за 5—10 месяцев (даже при $C_{\text{ручн}} = 20$ коп/м³), а при сравнении с тепловой установкой — за 0,5—1,3 года. По нормам амортизационных отчислений срок службы ветродвигателей 14 лет¹.

По графикам находят, в каких условиях выгодно применять тот или иной тип насосной установки и когда целесообразно использовать ветродвигатель. При годовом использовании ветроагрегата выгоднее эксплуатировать ветроводоподъемник 2ВПЛ-4, чем тепловую установку в тех районах, где $V_{\text{ср. год}}$ больше 3,1 м/сек (рис. 136). Электронасосные установки, питаемые от сети, расположенной на расстоянии 0,5 км от колодца, выгоднее использовать по сравнению с ветродвигателями в тех районах, где $V_{\text{ср. год}}$

¹ Правильнее в расчетах экономической эффективности срок службы пастбищных ветронасосных установок по опытным данным принимать не больше 7—8 лет, т. е. принимать амортизационные отчисления соответственно 14—12%.

меньше 6,7 м/сек. При расстоянии 1 км электроустановка выгоднее только в тех районах, где $V_{\text{ср. год}}$ меньше 3,1 м/сек, а при расстоянии 2 км и больше всегда выгоднее применять ветроводоподъемник.

На первый взгляд не должно существовать зависимости между $V_{\text{ср. год}}$ и себестоимостью 1 м³ воды, поднимаемой тепловой или электрической установкой. Снижение C и $З$ при увеличении $V_{\text{ср. год}}$ происходит из-за того, что при больших скоростях ветроустановка вырабатывает больше энергии. А так как по условию сравнения суммарные выработки всех установок принимаются одинаковыми, удельные затраты будут зависеть от среднегодовой скорости ветра.

Если потребление воды животными задано, а избыток ее нельзя использовать для полива бахчей и других целей, то за основу расчета нужно принимать не годовую или сезонную производительность Q^p , зависящую от $V_{\text{ср. год}}$ ($V_{\text{ср. сез}}$), а водопотребление Q^m . Тогда капитальные вложения на неветровые установки и расчетные

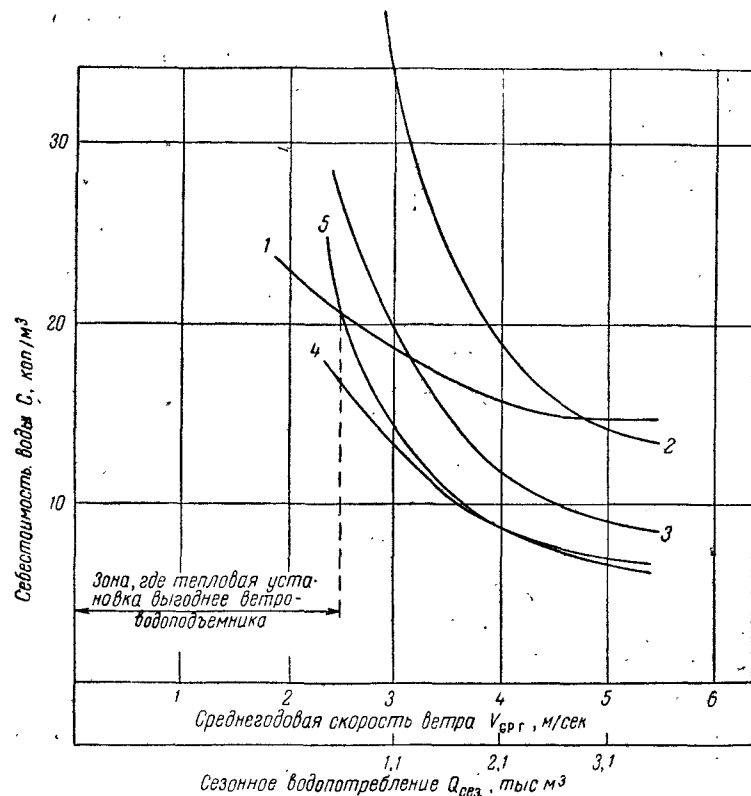


Рис. 135. Стоимость воды, поднимаемой различными средствами механизации при сезонном использовании установок ($K_{\text{внс}} = 0,8$; $K_{\text{с}} = 0,8$): обозначения позиций 1, 2, 3 и 4 те же, что на рисунке 133; 5 — ветроводоподъемник

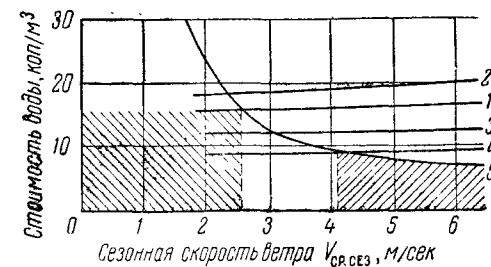
затраты не будут зависеть от режима ветра и графически составят семейство прямых, параллельных (или почти параллельных) горизонтальной оси. При этом капитальные вложения в ветронасосную установку и расчетные затраты будут снижаться для районов с большим значением $V_{\text{ср. год}}$, так как при постоянной выработке или водопотреблении потребуются ветродвигатели меньшей мощности, более дешевые и легкие, что обеспечит их лучшее использование и полную загрузку (рис. 136).

При сравнительной оценке нужно учитывать также металлоемкость машины, число и квалификацию работников, необходимых для обслуживания установки, гарантируемое заводом число часов работы двигателя без капитального ремонта и удельные показатели, т. е. показатели, отнесенные к единице мощности или выработки, и др.

Срок службы ветродвигателей, являющихся относительно тихоходными машинами, значительно больше, чем у тепловых двигателей. Поэтому удельные затраты металла на единицу выработки за весь срок службы T_c у ветронасосных установок меньше.

При определении эффективности ветросиловых и ветроэлектрических агрегатов за расчетную единицу берут киловатт-час. Если есть возможность использовать всю выработку, то отдача энергии определяется только кривыми повторяемости скоростей ветра и характеристиками машины. Так, например, при работе ветроэлектрического агрегата в комплексе с аккумуляторной батареей большой емкости или параллельно с более мощной неветровой электростанцией и особенно с сетью удастся использовать большую часть энергии, вырабатываемой агрегатом, так как сеть в этом случае является по существу аккумулятором бесконечной емкости. В этом варианте K_c можно принимать равным единице, а величину реальной годовой выработки энергии $A_{\text{год}}^p$ определять по формуле:

$$A_{\text{год}}^p = 0,000481 D^2 \left(\sum_{v_i = v_{\text{мин}}}^{v_i = v_{\text{н. пер}}} v_i^3 \cdot t_i \cdot \xi_i \eta_{\text{общ}} + v_{\text{н. пер}}^3 \cdot \xi_{\text{манс}} \cdot \eta_{\text{общ}} \cdot \sum_{t_{v_i} = t_{v_{\text{н. пер}}}}^{t_{v_i} = t_{\text{в. раб. манс}}} t_{v_i} \right) K_{\text{внс}} \text{ кет} \cdot \text{ч.}$$



Условные обозначения
Зона, где применять ветродвигатель невыгодно
Зона, где ветродвигатель выгоднее других установок

Рис. 136. Стоимость подъема воды на пастбищном водопойном пункте с суточным водопотреблением 10 м³ при сезонном использовании установок ($K_{\text{с}} = 0,8$; $K_{\text{внс}} = 0,8$): обозначения позиций те же, что на рисунке 133.

Таблица 45

Таблица технико-экономических показателей ветроводоподъемников, используемых на пастбищах Туркменской ССР

Показатели	Срок использования водоподъемной установки	Ветроводоподъемник			Ленточный водоподъемник Л-100 с приводом от теплового двигателя 2СД-в	Кавга на верблюжьей тяге
		ВП-3М	ВВ-3	2ВЛЛ-4		
Капитальные вложения на водопойный пункт, включая колодец, руб.	—	4031	3550	3950	3586	3123
Удельные капитальные затраты, коп./м³	Год	9,5	8,3	9,6	12,2	6,2
	Сезон	38,0	33,2	38,3	49,0	24,6
Стоимость кубометра воды, коп.	Год	21,2	19,8	21,4	37,2	52,2
	Сезон	44,5	39,6	45,0	60,5	76,6
Расчетные затраты, коп./м³ . . .	Год	22,4	20,8	22,6	38,7	53,0
	Сезон	48,2	43,7	49,8	66,6	79,7
Затраты труда, чел.-ч/м³	—	0,14	0,14	0,14	0,8	1,0
Производительность труда, м³/чел.-ч	—	7,2	7,2	7,2	1,25	1,0
Снижение затрат труда по сравнению с кавгой на верблюжьей тяге, %	—	86	86	86	20	—
Снижение прямых затрат по сравнению с кавгой на верблюжьей тяге, %	Год	58	62	59	29	—
Срок окупаемости дополнительных капиталовложений в строительство ветроустановки по сравнению с затратами на оборудование водопойного пункта ленточным водоподъемником	Год	1,3	0,12	1,3	—	—
	Сезон	3,7	0,3	3,7	—	—
Срок окупаемости капиталовложений на механизацию водоподъема по сравнению с кавгой, лет	Год	1,8	0,9	1,8	—	—
	Сезон	10,7	3,9	11,0	—	—

Примечания. 1. В таблице приведены данные для $V_{\text{ср. год (сез)}} = 4,2 \text{ м/сек}$ и $V_{\text{ср. год (сез)}} = 2,9 \text{ м/сек}$ при использовании водоподъемника ВП-3М.

2. Один разъездной механик-шофер обслуживает 10 ветроводоподъемников или 4 ленточных водоподъемника.

По величине $A^P_{\text{год}}$ подбирают для сравнения соответствующую тепловую электростанцию и по приведенным выше формулам рассчитывают показатели эффективности и строят совмещенные графики удельных расчетных затрат, вложений и сроков окупаемости. Техничко-экономические показатели по применению некоторых ветроводоподъемников на пастбищах Туркменской ССР приведены в таблице 45 (по данным О. Хелленова).

ГЛАВА 19

Система обслуживания ветроагрегатов. Оплата труда машинистов

СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Текущий ремонт двигателя, наладку, пуск и остановку агрегата, уход за водоподъемным и другим оборудованием выполняет машинист ветроустановки или механик.

На пастбище установка находится обычно под надзором чабана, который не всегда знает правила ее эксплуатации и устройство. Поэтому при возникновении неисправностей он не может их устранить, работа же неисправной установки приводит к быстрому выходу ее из строя.

В совхозах и колхозах, в которых обслуживание установок и ремонт двигателей выполняет квалифицированный механик, обязанности чабана сводятся лишь к остановке (когда нет автоматического устройства) агрегата в случае переполнения резервного бака для воды и пуску двигателя в работу. Опыт показывает, что при такой системе обслуживания ветроустановки реже выходят из строя, затраты на их эксплуатацию резко снижаются.

За рубежом, где на пастбищах и фермах широко применяют ветронасосные установки, фирмы, выпускающие ветродвигатели, выполняют не только монтаж и технический надзор, но и ремонт двигателей. Как правило, его производят разъездные механики фирм.

Для пастбищных условий важно организовать такую систему технического обслуживания, в которой полностью учитывались бы как хозяйственные и гидрогеологические показатели данной зоны, так и особенности работы и использования ветродвигателей.

На пустынных и полупустынных пастбищах Казахской ССР, Туркменской ССР, Узбекской ССР и Киргизской ССР, в степных зонах Поволжья среднее расстояние между соседними водопойными пунктами колеблется в зависимости от кормовых ресурсов

от 5—7 до 10—12 км. В этих условиях наиболее разумна система группового технического обслуживания ветроустановок, при которой работы по механизации водоемщиков, эксплуатация двигателей и их ремонт осуществляются водохозяйственными организациями или пастбищно-мелиоративными трестами по договорам с колхозами и совхозами, а в отдельных случаях по договорам с организациями «Сельхозтехники». Если пастбища принадлежат совхозу, имеющему хорошую ремонтную базу, обслуживание установок может поручаться механике совхоза.

Группу двигателей, расположенных в радиусе 20—30 км, а иногда и больше, должен обслуживать один разъездной механик-шофер, имеющий в своем распоряжении специально оборудованную автомобильную мастерскую повышенной проходимости. В мастерской должны быть монтажные и такелажные приспособления, инструмент, комплекты запасных частей.

Так как затраты времени на техническое обслуживание пастбищных насосных установок или ветроэлектрических агрегатов в среднем не превышают 1 чел-ч в сутки, то одному механику можно поручать обслуживание не менее 7—10 водопойных пунктов, оборудованных ветродвигателями, а иногда значительно больше. При использовании тепловых двигателей механик может обслужить только 2—4 водопойных пункта. Маршруты объезда механиком ветроустановок для их осмотра, регулировки и ремонта устанавливаются в зависимости от условий местности, взаимного расположения пунктов, режимов работы установок и др. При этом нужно исходить из того, что механик должен осматривать ветродвигатель, как правило, не реже одного раза в неделю.

Среднюю скорость передвижения автомобиля на пастбищах можно принимать 18—20 км/ч, а время, необходимое на осмотр, смазку и регулировку одной ветроустановки, около 1,5—2 ч.

При комплексном бригадном методе содержания животных из состава укрупненной комплексной механизированной чабанской бригады выделяют разъездного механика, который выполняет уход за средствами механизации (ветродвигателями, насосами, баками и т. д.).

При таком методе можно использовать ветроагрегаты для бытовых нужд (освещение и радиофикация чабанских пунктов) и для полива приколодезных бахчевых участков.

При групповом обслуживании ветроагрегатов издержки на подъем и стоимость 1 м³ воды снижаются в 2—3 раза по сравнению с методом индивидуального обслуживания.

Если ветроэлектрический агрегат используется для зарядки аккумуляторных батарей и питания энергией аппаратуры радиоприемника, обслуживание агрегата обычно поручают радиомеханику или заведующему радиоузелом.

ОПЛАТА ТРУДА МАШИНИСТОВ

В рациональном применении ветродвигателей важное значение наряду с квалификацией машиниста имеет оплата труда.

Неправильная оплата — одна из причин неполного использования и простоев установок. Недостатками системы оплаты труда машинистов в колхозах являются отсутствие учета объема выполненных работ и отсутствие материальной заинтересованности в увеличении выработки энергии. Если на ветроустановке имеется резервный тепловой двигатель, часто экономия топлива никак не поощряется.

При оплате надо учитывать ветровые условия района и тип ветроустановки, глубину, с которой поднимают воду, емкость резервного бака, а для ветроустановок комплексного использования — также количество обслуживаемых рабочих машин.

Наиболее правильно отражает оплату сдельно-премиальная система, при которой заработок машиниста зависит от количества поднятой из водоемщика и поданной в бак или водонапорную башню воды, от количества и качества переработанного продукта.

В этом случае максимально сочетается личная заинтересованность с интересами хозяйства. Премии целесообразно выплачивать за безаварийность, дополнительную экономию топлива на резервном двигателе и переработанный сверх плана продукт.

В колхозах Украины машинисту ветроустановки с двигателем ТВ-8 начисляли за технический уход 10—15 трудодней в месяц и, кроме того, по 0,04—0,08 трудодня за каждый центнер перемолотого зерна, а теперь устанавливают соответствующую денежную оплату. Если поставить на напорной водяной магистрали водомер, можно установить оплату за каждый поданный кубометр воды в пределах 7—10 коп. При правильной системе оплаты машинисты используют для работы почти все часы, когда есть ветер.

В таблице 46 приведен средний расход энергии на различных работах. Действительный расход может изменяться в некоторых пределах в зависимости от марки и технического состояния машины, режима ее работы, качества и сорта продукта.

Таблица 46

Средний удельный расход энергии на различных работах, л. с. · ч

Наименование работ								
помол 1 ч фураж- ного зерна	помол 1 ч хле- бного зерна	подъем 1 м ³ воды на каждые 10 м на- пора	дробление 1 ч жмыха	дробление 1 ч куку- рузы	измель- чение 1 ч соломы	резка 1 ч зеленой массы	распилов- ка бревен диамет- ром 10 см (на каж- дые 10 м)	
1,5—2,2	4—4,3	0,09—0,11	0,1—0,15	1,8—2,6*	0,32—0,35	0,1 0,12	1,5—2	

* Переработка в початках.

Таблица 47
Примерные нормы оплаты труда машинистов, применяющиеся в некоторых колхозах, в трудоднях

Марка ветродвигателя	Оплата за обслуживание в месяц			Помол 1 ц зерна		Дробление 1 т жмыха	Дробление 1 ц кукурузы		Измельчение 1 т соломы	Резка 1 т зеленой массы (на корм для 10 м)	Распашка брусен диаметром 10 см (на корм для 10 м)
	ветро-насосной установкой с баком	ветро-мельничной установкой	ветро-установки комплексного использования	фуражного	хлебного		в аэрнах	в початках			
ВП-3М	8—10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВВ-3											
ВВУ-3											
ТВ-5	10—15*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ТВ-8											
ТВМ-8											
УВД-8	10—15	10	15—20	0,04—0,05—0,06	0,07—0,15—0,20	0,03—0,04	—	—	0,04—0,05—0,15—0,20	0,20—0,15—0,20	0,15—0,20
Д-12											

* За обслуживание автономнок рекомендуется дополнительная оплата 5 трудодней.

По этим данным и годовой выработке ветродвигателя определяют, какое количество зерна и кормов можно переработать. Соответственно и оплачивают машинисту.

Пример. Ветродвигатель Д-12, установленный в одном из колхозов Курской области, используют комплексно для подъема воды из скважины глубиной 60 м (полный напор 80 м), помол зерна и дробления кукурузы на универсальной дробилке кормов ДКУ-1,2. Суточный расход воды 25 м³. Ежегодно требуется смолоть 2500 ц фуражного и 2000 ц хлебного зерна.

Решение. Среднегодовая скорость ветра в области 5,2 м/сек, следовательно практически можно получить от двигателя Д-12 около $26\,000 \cdot 0,7 = 18\,200$ кет·ч или 24 500 л.с·ч. На подъем воды расходуется:

$$25 \text{ м}^3 \cdot 0,11 \text{ л.с} \cdot \text{ч} \cdot 365 \text{ дней} \frac{80 \text{ м}}{10 \text{ м}} \approx 800 \text{ л.с} \cdot \text{ч}.$$

Расход энергии на помол фуражного и хлебного зерна:

$$2500 \text{ ц} \cdot 2,0 \text{ л.с} \cdot \text{ч} + 2000 \text{ ц} \cdot 4,15 \text{ л.с} \cdot \text{ч} = 5000 + 8300 = 13\,300 \text{ л.с} \cdot \text{ч}.$$

Следовательно, на дробление кукурузы остается $24\,500 - (13\,300 + 800) = 10\,400$ л.с·ч. Этой энергии хватит на переработку на дробилке ДКУ-1,2 $\frac{10\,400}{2,6} = 4000$ ц кукурузы в початках.

Целесообразно за обслуживание двигателя и рабочих машин и за обеспечение ферм водой установить такую же оплату, как и за труд других механизаторов-животноводов. Размер оклада зависит от объема фермы и устанавливается по усмотрению правления колхоза. Целесообразно вводить дополнительную оплату при обслуживании комплексных установок: 2—4 коп. за помол 1 ц фуражного зерна, 3—5 коп. за помол 1 ц хлебного зерна, 2—3 коп. за дробление 1 ц кукурузы. Кроме того, за каждый центнер переработанного продукта сверх указанных количеств выплачивают надбавку.

Учитывая опыт многих колхозов, можно указать применявшиеся нормы оплаты (табл. 47).

В зависимости от конкретных условий колхоза правление должно уточнять эти нормы. Однако лучше принять денежную форму оплаты, которую широко применяют в последнее время. При наличии резервного двигателя целесообразно выплачивать машинисту 15—20% стоимости топлива, сэкономленного сверх плана.

Труд разъездного механика должен оплачиваться в зависимости от количества обслуживаемых установок и дальности их взаимного расположения, от суточного водопотребления и объема резервного бака и, конечно, от того, насколько хорошо будут обеспечиваться животные водой.

Для организации правильной оплаты надо наладить учет проведенных работ. Во многих колхозах, например, ежедневно выписывают квитанции с перечнем работ, копии которых остаются у машиниста.

Дата	Время измерения скорости ветра		Максимальная скорость ветра, м/сек		Время работы ветроустановки	Время простоя		Присоединенная нагрузка	Выполненная работа (количество поднятой воды, выработка электроэнергии, переработка продукта)	Количество воды в баках, м³	Потребление воды животными, м³	Какой выполнен технический уход	Неисправности машины и их причины	Время, затраченное на устранение неисправностей и уход	Примечание
						по техническим причинам	по безветрию								
29/X	4,5	6,0	9,2	12,0	С 6 ч. до 12 ч. с 14 ч 30 мин до 19 ч	—	4 ч	Насос, генератор	12 м³ воды, 25 кат. ч	8	5	Смазка муфты регулиру- вания	—	15 мин	—

Механик (машинист)

(подпись)

ВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Ведение технической документации позволяет учитывать выработку и эффективность использования ветроустановки. Налаженный учет дает возможность также правильно оплачивать труд машиниста. Кроме того, изучение дефектов и поломок является ценным материалом для дальнейшего улучшения качества ветродвигателей и обобщения передового опыта.

Документация должна состоять из двух журналов: эксплуатационного и ремонта. В эксплуатационном журнале ежедневно записывают число часов работы ветродвигателя и рабочих машин, количество переработанных продуктов, поднятой воды, выработанной электроэнергии и т. д. Желательно 3 раза в день (в 7, 13 и 19 ч) записывать скорости ветра по анемометру или флюгеру. В журнале также отмечают обслуживание двигателя: смазку, настройку системы регулирования и т. п. В журнал ремонта заносят неисправности, поломки и аварии, а также произведенный ремонт. Если ремонтировали другие организации, указывается стоимость ремонта.

Примерная форма журнала ремонта

Дата	Замеченные неисправности	Причина неисправности	Что сделано для устранения неисправности	Кем выполнена работа	Стоимость работ и материалов
30/X	Неравномерная работа двигателя	Износ малой шестерни головки и валика	Установлена новая шестерня, изготовлен и установлен валик	Мастерской пастбищно-мелиоративного треста	8 руб. 30 коп.

Механик (машинист)

(подпись)

В конце года составляют отчет с указанием числа часов работы ветроустановки при агрегатировании с различными машинами по видам и сортам продуктов, количества поднятой воды и киловатт-часов выработанной электроэнергии.

При поломке или аварии ветроустановки составляют акт, примерная форма которого дана в приложении 9. Один экземпляр акта отправляют заводу-изготовителю, один — организации, обслуживающей установку, и один остается в хозяйстве.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

Ремонт ветроагрегатов

ГЛАВА 20

Ремонт ветродвигателей, насосного и водоподъемного оборудования

ВИДЫ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ РЕМОНТОВ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Для ветроагрегатов предусмотрено два вида ремонтов: **текущий и капитальный**.

При текущем ремонте производится частичная замена или восстановление деталей: манжет поршня, пружин регулирования, лопастей, подшипников стабилизатора, втулок у рычагов механизма регулирования и т. д. Такой ремонт не требует длительной остановки двигателя, снятия ветроколеса и других узлов. Для двигателей ТВ-8, УВД-8, Д-12 его проводят без повалки башни.

При текущем ремонте осматривают все рабочие органы двигателя, насосное и электрическое оборудование, устраняют ненормальности во взаимодействии механизмов. Он рассчитан на производственные возможности хозяйства и проводится силами и средствами колхозной или совхозной мастерской или разъездным бригадиром-механиком не реже двух раз в год. Текущий ремонт имеет решающее значение в удлинении срока службы ветроустановки.

При капитальном ремонте разбирают все или основные узлы ветроагрегата, полностью проверяют детали, часть из них ремонтируют, а негодные заменяют. После капитального ремонта регулируют узлы и механизмы, испытывают двигатель.

К капитальному ремонту относится замена ветроколеса, редукторов, опорного устройства головки, механизмов регулирования, водоподъемного оборудования и др. Его проводят обычно раз в 3—4 года, при этом требуется более длительная остановка двигателя, а для крупных ветродвигателей иногда повалка башни.

Агрегаты пастбищного типа на время капитального ремонта обычно демонтируют. При ремонте часто приходится изготавливать сложные детали на станках и применять монтажные приспособ-

ления. Поэтому капитальный ремонт проводят, как правило, ремонтные заводы или мастерские объединения «Сельхозтехники» или водохозяйственных организаций.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Для качественного и быстрого ремонта бригада должна иметь ремонтно-монтажную мастерскую, размещенную на автомобиле повышенной проходимости, снабженную необходимым механическим оборудованием и комплектом запасных частей.

Повалка башни ветродвигателей ТВ-8, УВД-8 и Д-12 — очень трудоемкая операция. Многие бригады стараются не прибегать к ней и при капитальном ремонте головок этих ветродвигателей и ветроколес устранивают на башне специальные мостики. Это значительно сокращает стоимость и сроки ремонта.

Передовые бригады не только своевременно ремонтируют двигатели, но максимально повышают их надежность. Так, например, в Павловском производственном управлении Краснодарского края усилили ветроколеса многих тихоходных двигателей. Для этого к ободам и спицам в местах стыков прикрепили накладки из полосовой стали, а на болтовые соединения поставили стопорные шайбы; теперь ветроколеса значительно меньше расшатываются.

Снимать и монтировать некоторые узлы двигателя (ветроколесо, хвост, вал и др.) легче, применяя специальную стрелу (для двигателей ТВ-5, ТВ-8, УВД-8) или ферму, поступающую с завода в комплекте вместе с двигателем Д-12. На рисунке 137 показана оснастка для снятия ветроколеса двигателя ТВ-8. Стрела 5 представляет собой сосновое бревно диаметром 200 мм и длиной 11 м. Стрелу поднимают на башню лебедкой при помощи троса, перекинутого через блоки, привязанные к вершине и к основанию башни. Бревно комлем устанавливают на угол рамы балкона и крепят к нему. В середине стрелу присоединяют к уголкам вершины башни хомутами 8 из круглой стали диаметром 25 мм и подкладками из деревянных брусков 7 размером 150×150 мм, длиной 1 м. К уголкам хвоста стрелу прочно привязывают пеньковым канатом или тросом 6.

К верхней части стрелы стяжным болтом 2 или хомутом прикрепляют горизонтальную поперечину 4 из бревна диаметром 200 мм, длиной 2,5 м. Концы поперечины соединяют с вершиной стрелы тросовыми или жесткими тягами 3. Грузовой трос 9, идущий с барабана лебедки, огибает направляющий блок 10 и блок 1. Его свободный конец крепят к ступице ветроколеса или другой разбираемой части головки.

При оснастке следят, чтобы оси стрелы 5 и грузового троса 9 были вертикальны, а блок 1 соединен с поперечиной 4

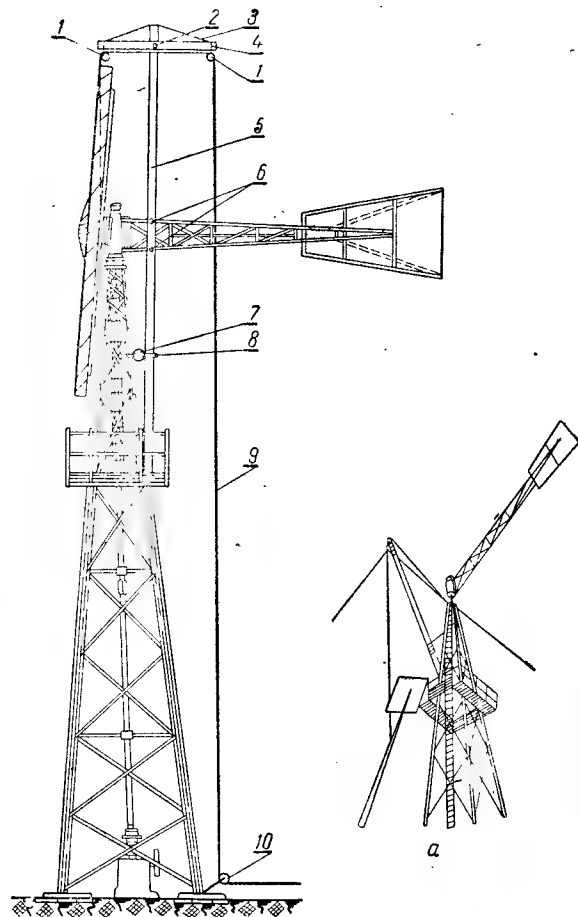


Рис. 137. Оснастка для снятия ветроколеса и бокового плана двигателя ТВ-8:

а — крепление стрелы к балкону башни; 1 — блок; 2 — стяжной болт; 3 — тяга; 4 — горизонтальная поперечина; 5 — стрела; 6 — канат или трос; 7 — деревянный брус; 8 — хомут; 9 — грузовой трос; 10 — направляющий блок.

на равных расстояниях от оси стрелы и не сдвигались под нагрузкой.

Для опускания ветроколеса двигателя ТВ-8 применяют трос мягкой крестовой свивки диаметром 10 мм и лебедку грузоподъемностью 1 т. Устанавливают стрелу и разбирают ветроколесо, хвост или боковой план быстро и в тихую погоду. Хвост при снятии колеса закрепляют двумя растяжками (с земли), чтобы

исключить возможность сдвига и поворота головки. Разбираемые узлы опускают на землю осторожно, не допуская ударов о башню.

Ремонт хвоста и бокового плана производится, как правило, после снятия их с двигателя, а для пастбищных установок — после повалки башни. Для этого снимают пружины регулирования и, пользуясь механизмом остановки, сводят боковой план с хвостом. Если демонтируют боковой план, хвост закрепляют двумя растяжками, чтобы исключить возможность его поворота вместе с головкой. Если снимают хвост, аналогичным образом закрепляют боковой план. Установив стрелу с двумя блоками, снимают с помощью грузовой лебедки хвост или боковой план.

Для демонтажа хвоста, а иногда и головки применяют ту же систему, что и при монтаже ветроколеса. Для опускания на землю бокового плана используют более легкую стрелу диаметром 150 мм, длиной 6—6,5 м с блоком наверху, которую в наклонном положении прикрепляют к вершине и уголку башни двумя тросами (рис. 137,а). Конец грузового троса и троса для оттяжки привязывают в центре фермы хвоста или бокового плана.

Хвост и боковой план ремонтируют, приклепывая заплатки к обшивке оперения. Трещины в уголках ферм заделывают приваркой накладок. Если трещины обнаружены в основных уголках, их заменяют новыми. Иногда приходится менять или ремонтировать изношенные детали (ушки, цапфы, шкворни, пальцы и др.). Когда зазор между отверстием цапфы (ушка) и пальцем (шкворнем) становится больше 1,5—2 мм, вытачивают новый палец или шкворень с увеличенным диаметром.

Хвост и боковой план работают в условиях вибраций, поэтому при сварке уголков ферм нельзя делать сплошных поперечных

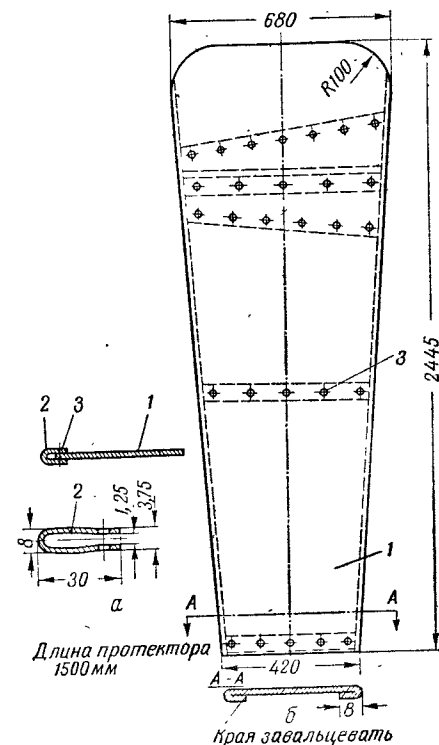


Рис. 138. Ремонт лопасти ветродвигателя ТВ-8:

а — при помощи накладок; б — при помощи завальцовки; 1 — лопасть; 2 — двухсторонняя накладка длиной 1500 мм; 3 — заклепка.

швов или варить в стык. Поломанные детали соединяют накладками, применяя продольные швы.

Если необходимо повалить башню, используют оснастку, как и при подъеме ветродвигателя, соблюдая все меры предосторожности, ибо в последний момент опускания усилия в тросах оказываются большими и надо следить, чтобы башня не упала на козлы.

Ремонт ветроколеса. Когда восстанавливают ветроколесо тихоходных двигателей, приходится менять лопасти или устраивать их трещины и надломы, ремонтировать спицы и отсеки ободьев. Если лопасть надломилась, ее снимают, из листа оцинкованной стали толщиной 1,2—1,5 мм вырезают накладку, у ее краев и в лопасти просверливают или пробивают отверстия диаметром 6 мм на расстоянии 20—30 мм одно от другого. Зачистив напильником заусенцы у краев отверстий, ставят заклепки размером 5×7 мм (рис. 138). Для усиления лопасти ее края завальцовывают. Можно также использовать двухсторонние накладки — протекторы. Чтобы не останавливать двигатель на время ремонта, снимают лопасть, расположенную под углом 180° к ремонтируемой, и временно эксплуатируют его без двух лопастей.

«Восьмерку» ветроколеса устраняют так же, как при наладке двигателей.

Для замены поломанных спиц и отсеков ободьев новыми требуется снять все лопасти. Вначале новые отсеки и ободья закрепляют, не затягивая болтовых соединений, добиваются, чтобы они находились в плоскости вращения колеса, а затем затягивают все гайки до отказа. Стопорят соединения обязательно шплинтами, контргайками или шайбами. Отсеки внутреннего обода соединяют так, чтобы каждый отсек был прикреплен к спицам на крайних отверстиях, а отсеки наружного обода — на средних отверстиях. Поломанную ступицу заменяют новой.

Ремонт ветроколеса велосипедного типа может потребоваться при изгибе обода, обрыве поперечных связей или нескольких спиц.

Изгиб обода является, как правило, следствием неправильной эксплуатации, когда машинист привязывает колесо к башне, а ветер, постоянно меняющий свое направление, гнет обод. Для ремонта ветроколеса поврежденную часть обода снимают.

В некоторых хозяйствах Луганской области ремонт ветроколеса велосипедного типа по предложению инженера И. С. Богдана выполняют в таком порядке: со спиц 6 (рис. 139) изогнутого отсека обода снимают лопасти, после чего к концам неповрежденных отсеков хомутами 1 крепят полутора-двухдюймовую трубу 2 длиной 3—6 м (в зависимости от диаметра колеса). Это делают для того, чтобы после снятия поврежденного отсека остальной обод не деформировался. Затем удаляют спицы с поврежденного отсека 3 и снимают его. Концы поврежденного отсека извлекают из гнезд соединений 4 домкратом, который закладывают между по-

речными связками изогнутого и нормального отсеков обода. Горячим способом в кузнице выправляют отсек и приваривают оторванные поперечные связки 5. Собирают ветроколесо в обратной последовательности.

При правке обода горячим способом он обычно несколько удлиняется, и, чтобы поставить обод на место, дополнительно разжимают концы. Для этого один из хомутов 1 ослабляют, а после разжатия вновь наглухо затягивают до отказа. Опорой для домкрата может служить дополнительный хомут 7, устанавливаемый непосредственно на трубе 2. Хомуты, крепящие распорную трубу к концам обода, изготавливают из круглой стали диаметром не менее 12 мм. Удобно пользоваться домкратом реечного типа.

Ремонт ветроколеса двигателя УВД-8 по этому методу проводится двумя слесарями-монтажниками за 2—3 дня. Для ремонта колеса ветроводоподъемника ВП-3М достаточно одного дня.

Обшивку лопастей быстроходных двигателей также ремонтируют наложением заплат. Если в обшивке образовалось отверстие, место прорыва выправляют деревянным молотком. Затем вырезают заплату на 10—15 мм больше отверстия и припаивают к обшивке оловом или третником. Заплаты также можно крепить авиационными заклепками или шпатами по металлу с потайными головками. Если требуется наложить большую заплату на лопасти двигателя Д-12, ее привертывают к деревянным частям лопасти шурупами, а затем по швам тщательно пропаявают оловом или третником. Небольшие вмятины обшивки можно выправить, осторожно прогревая эти места паяльной лампой или заливая их эпоксидными смолами.

При разработке втулок рычагов, шатунов и тяг регулирования их выпрессовывают и заменяют новыми. Разрешается расточка втулок (для устранения эллипсности и конусности) и установка осей рычагов и шатунов большего диаметра. Максимально допустимые зазоры в сочленениях рычагов системы регулирования не превышают 1—1,2 мм для двигателя Д-12 и 0,2—0,3 мм для двигателей мощностью 2—3 л. с. На необходимость замены или ремонта узлов системы регулирования указывают повышенные люфты

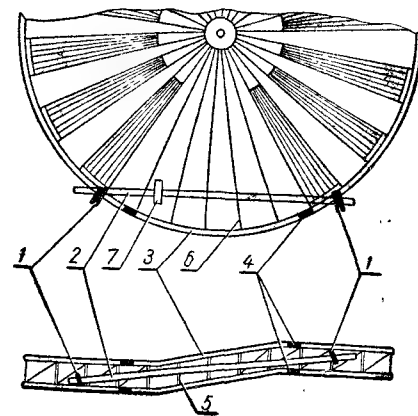


Рис. 139. Ремонт ветроколеса велосипедного типа.

1 — хомуты; 2 — труба; 3 — поврежденный или изогнутый отсек; 4 — соединения отсеков; 5 — поперечная связка; 6 — спица; 7 — дополнительный хомут.

в стабилизаторах (они не должны быть больше $1-1,5^\circ$) и в поворотных лопастях (допускается не более 1°).

В двигателях ВЭ-2М, ВБ-3 и ВВУ-3 при износе деталей системы регулирования нарушается синхронность поворота лопастей, появляются большие люфты при повороте их относительно продольных осей.

Ремонт редукторов. При ремонте редукторов приходится восстанавливать или менять шестерни, подшипники скольжения, шпонки и реže валы и подшипники качения. Шестерни ремонтируют лишь в тех случаях, когда нет запасных, невозможно изготовить новую шестерню или ремонт несложен. Сначала при осмотре шестерни проверяют износ зубьев, интенсивно изнашивающихся по профилю. Предельное уменьшение толщины зуба не должно превосходить 5—7% первоначальной его толщины. Шестерню ремонтируют или заменяют также и в том случае, если длина зубьев вследствие износа уменьшилась больше чем на 10%.

Изошенные зубья тихоходных ветродвигателей (ТВ-8 и др.) можно восстановить электронаплавкой качественным электродом с последующей ошпиковкой их по шаблону под профиль остальных зубьев шестерни. Иногда применяют газовую наплавку сормайтотом с обработкой шлифовальным кругом на гибком валу. Однако надо иметь в виду, что так восстанавливать целесообразно, если требуется отремонтировать не более 3—4 зубьев шестерен большого диаметра. При ремонте большого числа зубьев выгоднее заменить шестерню новой. Шестерни с годными зубьями, но имеющие трещины в ступицах или износ посадочного места больше чем на 0,25 мм по диаметру, наплавляют электросваркой. Перед наплавкой с краев снимают фаски и очищают свариваемые поверхности от грязи и смазки. Затем посадочное место наплавляют и растачивают ступицу под размер вала. После ремонта проверяют плавность хода находящихся в зацеплении шестерен и работу зубьев. Для контроля покрывают зубья одной из шестерен тонким слоем белил, красного сурика или синьки, разведенных в масле, и затем повертывают парные шестерни. При правильном зацеплении на зубьях сопрягаемой шестерни получаются отпечатки (пятна контакта) в виде ровных полосок: при нагрузке — по всей длине зуба, а при холостом ходе — не менее $\frac{2}{3}$ длины зуба. Если у прямозубых шестерен отпечаток краски получается не по всей длине, а только по накрест лежащим концам зубьев, это свидетельствует о перекосе шестерен или их валов. В этих случаях проверяют перпендикулярность оси отверстия шестерни к ее плоскости. Если обнаружен перекося, заменяют шестерню или растачивают отверстие на больший диаметр. Смещение парных прямозубых цилиндрических шестерен одной относительно другой (по оси зуба) не должно превышать 2—3 мм.

Нормальный боковой зазор в зубьях конической пары, замеренный со стороны большого диаметра конуса, должен быть в преде-

лах 0,2—0,5 мм для двигателей ТВ-8, УВД-8 и Д-12 и не более 0,15 мм для остальных агрегатов. Зацепление регулируют по пятну контакта и величине бокового зазора перемещением одной или обеих конических шестерен вдоль валов. Для этого используют прокладку.

Сильно разработанные шпоночные пазы можно отремонтировать наваркой с последующей обработкой на долбежном или строгальном станке. При отсутствии станков иногда делают ступенчатую шпонку, подгоняя ее ширину под размеры паза шестерни и канавки вала. Допускается изготовление шпонок по ремонтному размеру. Радиальный зазор между шпонкой и пазом втулки должен быть 0,2—0,3 мм.

Причиной преждевременного износа сопрягаемых поверхностей вала и подшипника скольжения является загрязненная смазка, песок, металлическая пыль и т. д. Поэтому, кроме биения вала конусности и эллипсности, на обеих трущихся поверхностях появляются царапины и задиры, ускоряющие износ. Подшипники ремонтируют при увеличении зазора более 0,3 мм для цапфы диаметром 30—40 мм и выше 0,5 мм для цапфы диаметром 50—70 мм. Ремонт производят и при ослаблении креплений втулок в станине лебедки. На необходимость ремонта подшипников скольжения указывает также повышение их температуры нагрева сверх 60—65°. Если восстановлением нельзя добиться нормальной работы сопряжения, заменяют подшипник, его втулку или вал. Для получения нормального зазора между подшипником и цапфой наваривают изношенную цапфу и протачивают ее на токарном станке так, чтобы радиальный зазор соответствовал указанному на чертеже. Можно также изготовить втулку подшипника по размеру изношенной цапфы.

При установке отремонтированных деталей выдерживают зазоры между валом и подшипником, иначе вал будет бить и через короткое время потребуются повторный ремонт. Для тихоходных валов ветродвигателей эти зазоры лежат в пределах 0,08—0,12 мм.

Если необходимо снять слой металла толщиной больше 0,6 мм, цапфу предварительно протачивают, а потом шлифуют, если слой меньше 0,6 мм, только шлифуют. Цапфу вала протачивают в центрах. При повторном ремонте вала уменьшение диаметра цапфы допускается не более 8% первоначального размера.

Когда регулируют конические подшипники редукторов, вначале затягивают их так, чтобы вал не вращался, а затем отпускают гайку на пол-оборота. При напрессовке на вал внутреннего кольца радиального подшипника его внешнее кольцо должно свободно, без заедания, вращаться. После капитального ремонта редуктор обкатывают вхолостую и под нагрузкой в течение нескольких часов проверяют зацепление и нагрев подшипников.

Замена и ремонт пружин регулирования. У всех ветродвигателей основным элементом, обеспечивающим нормальную работу

механизма регулирования, являются пружины регулирования. Они не должны иметь остаточных деформаций. Если остаточная деформация не превышает 8—10% первоначальной длины ненагруженной пружины, то для восстановления нормальной работы системы регулирования достаточно при помощи натяжных устройств подтянуть пружины, надеть их непосредственно на крепления ушки и скобы или связать между собой несколько витков. Если эти меры не помогают и остаточная деформация увеличивается, пружины заменяют новыми.

Заменяют пружины в тихую погоду. Двигатель (ТВ-8, УВД-8 и др.) ставят в положение «на останов» и его ветроколесо привязывают к боковому плану регулирования или лестнице, которые связаны с головкой. К виткам пружины, расположенным вблизи места крепления ее к хвосту, привязывают трос диаметром 4—5 мм, перекидывают через крюк головки и опускают. Двигатель устанавливают «на пуск». Растягивая последние витки пружины, ослабляют ее и снимают с крюков.

Для установки новой пружины надевают один ее конец на крюк фермы (или штока) хвоста, а затем, натянув другой конец, соединенный с натяжным устройством, надевают его на крюк головки. После этого при скорости ветра 7—9 м/сек окончательно регулируют натяжение пружины так, чтобы колесо начинало выводиться из-под ветра при его скорости 8 м/сек. У ветроводоподъемника ВП-3М заменять пружины регулирования при установленном двигателе не рекомендуется — его нужно положить на землю.

Если пружина лопнула на расстоянии нескольких витков от ее конца, то можно, разогрев в кузнице 1—2 витка, сделать из них крюк. Пружины регулирования быстроходных ветродвигателей не ремонтируют, а заменяют новыми.

Ремонт опорных устройств. У двигателей, регулирующих выводом колеса из-под ветра, увеличение трения в опоре головки и перекосы опоры препятствуют свободной установке на ветер и выводу из-под него. Поэтому если обнаружено понижение чувствительности колеса и головки к изменениям направления и скорости ветра, а промывка и смазка опорных устройств не помогают, проверяют центровку опорной трубы. Перекос более 3 мм у двигателей ТВ-8 и ТВМ-8 устраняют подвинчиванием болтов, крепящих крестовину нижней опоры. Задиры на опорной трубе или на муфте механизма пуска и остановки устраняют напильником с последующей зачисткой шкуркой. У двигателей других типов ремонт опорных устройств заключается обычно в замене подшипников.

Ремонт механизмов пуска и остановки. К неисправностям механизма пуска и остановки относятся: обрыв верхнего и нижнего тросов, поломки деталей лебедки или рычага остановки, износ или поломка рычага остановки или роликов рычага (у двигателей Д-12, ВВУ-3, ВБ-3).

Обрыв тросов может явиться следствием чрезмерного их натяжения, заедания муфты или рычагов системы остановки, неисправности роликов рычага остановки. Если у тросов более 70% проволок целы, тросы можно отремонтировать, соединяя оборвавшиеся концы зажимами. При наличии более 30% рваных проволок трос заменяют новым. Для замены верхнего троса двигателя ТВ-8, соединяющего планку муфты механизма пуска и остановки с крюком фермы хвоста, берут трос диаметром 10 мм и длиной между центрами петель 1130—1140 мм. Концы этого троса крепят замками и регулируют длину верхнего троса. Ремонт закончен, если при перпендикулярном положении плоскости ветроколеса к направлению ветра (т. е. до начала регулирования) хвост отклоняется от перпендикуляра к плоскости вращения колеса в сторону, противоположную боковому плану на 5—6°, а длина верхнего троса обеспечивает полное складывание колеса при остановке двигателя лебедкой. Когда из-за длинного верхнего троса хвост не становится параллельно колесу, соответственно укорачивают верхний трос. Нижний трос диаметром 10 мм берут длиной 2,4 м (длина троса между центрами петель 2,1 м).

При ремонте верхнего троса двигателя Д-12 нужно, чтобы при нижнем положении вертикальной муфты стабилизаторы устанавливались в положение «на останов» и сохранялся некоторый запас для передвижения муфты вниз (на случай вытяжки тросов).

Если появилась течь в балластном бачке механизма автоматического пуска и остановки, отверстие заделывают заплатой, припаявая ее третником.

Ремонт лебедки остановки сводится, как правило, к замене подшипников скольжения и крепежных деталей, реже червячной пары.

Ремонт и замена подшипниковых узлов. Ремонт подшипникового узла включает его разборку и контроль, подготовку посадочных мест вала и корпуса подшипника, монтаж, а также проверку работы и регулировку собранного узла. Износившиеся подшипники качения ремонтируют обычно на специализированных заводах.

Подшипниковые узлы разбирают с целью замены износившегося или сломанного подшипника при ремонте деталей, на которых он смонтирован, а также для восстановления посадочных мест. При правильной эксплуатации подшипниковые узлы большинства ветродвигателей работают без ремонта или замены по 5 лет и более. Чаще других требуют замены подшипники вертикальной трансмиссии, нижнего редуктора (лебедки) двигателя ТВ-8 и редукторов других двигателей. Значительно реже и только, как правило, при капитальном ремонте приходится менять подшипники главного вала, опорного устройства головки и опор лопастей или их поворотных концов.

При ремонте узла необходимо демонтировать подшипник. Годный подшипник надо снимать осторожно, чтобы не повредить его. Для этого используют специальные съемники и выколотки, изготовленные из меди или алюминия. Если на вал подшипник был насажен горячим способом, захватывают его внутреннее кольцо съемником, создают, упираясь им в торец вала, предварительный натяг, а затем поливают подшипник горячим маслом. На это время вал рекомендуется закрыть асбестом.

Многие подшипники многолопастных ветродвигателей относительно тихоходны, поэтому можно допускать их работу с повышенными радиальными зазорами (до 0,5—0,7 мм). При больших зазорах их заменяют. У быстроходных двигателей ВВ-3, ВЭ-2М и других зазоры более 0,2—0,3 мм недопустимы.

Правильный монтаж подшипников намного повышает их долговечность. Напрессовывают подшипники на вал специальными выколотками, при этом ударяют по всему торцу подшипника. Еще лучше, если есть монтажная труба из мягкого металла. К ней сверху прикрепляют фланец, чтобы при монтаже не попала грязь. Для облегчения монтажа подшипников, сидящих с большим натягом, их нагревают в масле до температуры 80—90°.

Основное правило, которое надо соблюдать при замене подшипниковых узлов, заключается в том, что, монтируя или демонтируя подшипник, нельзя нагружать его сепаратор, т. е. если с натягом посажено на вал внутреннее кольцо, то и снимать надо за это кольцо. Подшипники перед монтажом промывают и смазывают. Одновременно промывают или заменяют уплотняющие устройства (войлочные или фетровые кольца и др.). После замены подшипников узел регулируют, устанавливая прокладками или кольцами необходимые зазоры. Допустимый осевой зазор для конических роликовых подшипников не должен превышать 0,5—0,8 мм при диаметре вала более 70 мм и около 0,2—0,3 мм при меньших диаметрах.

Ремонт и замена ремennых передач. Ремни ремонтируют в случае их обрыва или сильной вытяжки, когда нет натяжных устройств. Концы ремней можно сшивать, склеивать или скреплять при помощи металлических крючков. При эксплуатации ветроустановок чаще всего сшивают ремни сыромятными ремешками, провощенной дратвой или специальной хлопчатобумажной нитью. Перед сшивкой концы ремня срезают ножом или рубанком «на пет» (толщина около 1 мм).

Если ремни сшивают внахлест, концы предварительно склеивают. Можно также сшивать их встык. Диаметры отверстий в ремнях делают на 1 мм меньше ширины сыромятных ремешков. Запас длины на сшивку ремней внахлест зависит от ширины ремня и берется обычно в пределах 100—170 мм. При тихоходных передачах ремни можно соединить также и металлическими накладками,

скрепляющимися болтами и заклепками или металлическими шарнирами.

Аналогично поступают при ремонте или замене гибких растяжек водоподъемной трубы двигателя ВВ-3.

РЕМОНТ НАСОСНОГО И ВОДОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Из насосного оборудования чаще всего приходится ремонтировать поршневые насосы и штанги. У двигателей УВД-8 и Д-12 к ремонту насосного оборудования относится также и ремонт водоподъемной лебедки. У ветроводоподъемника ВВ-3 ремонтируют иногда верхнюю часть водоподъемной трубы.

Ремонт поршневого насоса. Одна из неисправностей насоса — снижение или прекращение подачи воды. Это может происходить по следующим причинам:

1) износились и пропускают воду манжеты или диаметр новых манжет мал, и они не создают нужного уплотнения;

2) во время работы перекашиваются всасывающие и нагнетательные клапаны или вследствие износа седла и клапана они не прилегают плотно один к другому;

3) всасывающая труба пропускает воздух; причины: труба поражена коррозией, нарушена плотность ее соединения с насосом или обнажена приемная сетка;

4) высота всасывания увеличилась выше допустимого (5—6 м); при засорении сетки это может привести не только к снижению, но и прекращению подачи воды;

5) оборвались всасывающая труба или штанги.

Нормальный срок работы манжет составляет 6—9 месяцев, а при пескующих водоисточниках может снизиться до 3—4 месяцев. Для замены манжет поршень вынимают из цилиндра. Это нужно делать осторожно, используя грузоподъемную лебедку, трос, блок и хомуты.

У насосов двигателей ТВ-8 и ТВМ-8 снимают крышку с сальником распределительной коробки, штангу отъединяют от кривошипа. Затем, пользуясь тросом, хомутами и лебедкой и прикрепив к башне двигателя блок, постепенно поднимают отсеки штанг до тех пор, пока не будет вынут поршень насоса.

Для смены манжет у насосов двигателей УВД-8 и Д-12 снимают с источника водоподъемную лебедку, отъединив предварительно плунжер от траверсы и фланца распределительной коробки. Ослабляют сальник плунжера и снимают корпус коробки. Над свободным водоисточником устанавливают треногу с талью. Колонну штанг с плунжером поднимают лебедкой при помощи троса и хомута, охватывающего плунжер. Штанги прихватывают ниже плунжера другим хомутом, упирающимся в край трубы, и на него

опускают всю колонну штанг. Затем плунжер отъединяют от верхнего отсека штанг. Пользуясь хомутами и тем же тросом, постепенно поднимают штанги с поршнем. Чтобы не упустить штанги при подъеме, крюк с тросом от верхнего хомута переносят на нижний лишь после того, как последний прочно закреплен на следующем отсеке и на него будет опираться вся колонна штанг.

Если нет готовых кожаных манжет, изготавливают их из подошвенной кожи, проваренной в говяжьем сале; иногда манжеты делают из прорезиненной ткани толщиной 6—8 мм.

Тарельчатые клапаны изнашиваются значительно меньше. Нарушение плотности прилегания клапанов к седлам снижает производительность насоса. Если клапаны и седла имеют небольшой износ, притирают их поверхности прилегания пастой, состоящей из очень мелкого наждачного или стеклянного порошка, смешанного с автотракторным маслом и смазкой УС. Притирают смазанные пастой поверхности при помощи коловорота, перовой конец которого вставляют в прорезь клапана и быстро вращают его вправо и влево (без боковых усилий). Если износ клапана и седла неравномерный и превышает по диаметру 0,2—0,3 мм, их вынимают и протачивают на токарном станке с последующей ручной притиркой. После этого пару проверяют на герметичность: клапан не должен пропускать воду.

Часто повышенный износ имеет цилиндрическая часть стакана и пера клапана, в результате клапан при работе перекашивается и «зависает». Одним из способов ремонта клапана в этом случае является расточка стакана и запрессовка втулки по размерам нормального клапана, а при малых износах — замена клапана на другой, с большим диаметром пера.

Для ремонта нагнетательного клапана вынимают из водоисточника только поршень, а для ремонта всасывающего клапана — насос с трубами. Подача воды насосом чаще всего уменьшается из-за износа и повреждения манжет. Поэтому прежде чем вынимать из водоисточника насос с трубами, проверяют состояние манжет и, ударяя молотком по колонне труб, пробуют ликвидировать «зависание» клапанов (если на это имеются подозрения).

Если смена манжет и притирка клапанов не улучшают работу насоса, его поднимают на поверхность вместе с колонной всасывающих и нагнетательных труб, контролируют состояние всасывающей сетки, плотно ли соединен насос со всасывающей трубой и не повреждена ли последняя. Дефекты устраняют, очищая сетку от грязи и солей, заменяя льняное волокно со свинцовым суриком в соединениях. Иногда меняют всасывающую трубу. Если резьба на конце всасывающей трубы, идущей к цилиндру, или в насосе неполная, уплотнение соединения льняным волокном и суриком часто не дает нужного эффекта. В этом случае перенарезают конец

всасывающей трубы или даже заменяют цилиндр насоса, если у него ослаблена резьба на линии всасывания.

Часто причинами уменьшения производительности насоса являются слишком большая высота всасывания, обнажение приемной сетки вследствие малого дебита источника и понижения уровня воды в нем при откачке, а также утечки воды через сальник переходной коробки. Для устранения этих неисправностей соответственно заглубляют насос, опускают приемную сетку и уменьшают ход поршня, подтягивают сальник или заменяют набивку. Если приемная сетка при малом дебите водоисточника обнажается после продолжительной работы, вода подается в смеси с воздухом. Подача воды может полностью прекратиться из-за обрыва всасывающей трубы или штанг насоса. Оборвавшуюся штангу цепляют специальным приспособлением-ловителем и заменяют ее отсек.

Ремонт ленточного водоподъемника. При обрыве перфорированного ремня концы его ровно обрезают, затем отделяют от каждого конца на длине 100—120 мм по два слоя корда и по одному из слоев отрезают. Совместив концы, сшивают их прочным сыромятным ремнем или мягкой отожженной проволокой. При шивке не должно быть перекоса и скруток ремня, иначе он будет постоянно набегать на реборды ведущего и ведомого шкивов водоподъемника.

В процессе работы ремень может скользить по ведущему шкиву, вследствие чего ремень будет более интенсивно изнашиваться. Причинами повышенного скольжения могут быть заедание оси ведомого (натяжного) шкива во втулках корпуса вследствие их износа или появления ржавчины, а также снижение шероховатости ведущего шкива. Рекомендуется на эту поверхность наклепать ремень толщиной 3—4 мм, шириной 65 мм или сделать зубилом небольшие поперечные насечки.

В разработанные отверстия кожуха запрессовывают чугунные или бронзовые втулки, которые затем растачивают по диаметру оси шкива. Если втулки сделать нельзя, изготавливают ось большего диаметра по размеру износившихся втулок, которые предварительно растачивают.

Часть водоподъемников ВП-3 имеет ленту с карманами. Если в процессе эксплуатации карманы потеряли форму и их объем уменьшился вследствие разрывов или

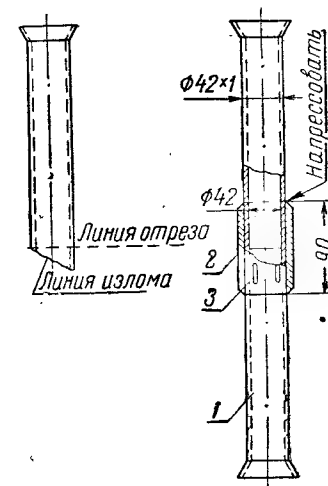


Рис. 140. Ремонт водоподъемной трубы инерционного насоса:

1 — труба; 2 — муфта; 3 — сварочный шов.

сплющивания, подача воды резко падает. В этом случае проверяют наличие разжимающих пружинок у сплюснутых карманов и, если их нет, ставят пружинки, а порванные карманы зашивают или заменяют, изготовив их из брезента или плащевой ткани.

Ремонт инерционного насоса. Если нужно устранить обрыв водоподъемной трубы, то в месте разрыва выравнивают концы, вытаскивают на токарном станке два фланца и конусный вкладыш. Надевают фланцы на трубы, нагревают концы до $500-700^{\circ}$ и развальцовывают их на конусной оправке, которая входит в комплект запасных частей, поступающих вместе с ветроводоподъемником. Затем фланцы стягивают болтами. Можно также соединить концы с помощью муфты 2 (рис. 140), приварив ее продольными швами к трубам 1. Внутренний диаметр муфты делают на $0,2-0,3$ мм меньше наружного диаметра трубы, чтобы муфту посадить с натягом. Приварка муфты поперечными швами не допускается, так как шов ослабит поперечное сечение трубы.

Если износился резиновый клапан насоса, его заменяют новым. Диаметр шара 50 мм. Можно его отремонтировать методом вулканизации с последующей проточкой на станке и зачисткой мелкой шкуркой. Мелкие дефекты заливают любым клеем, который хорошо соединяется с резиной (БФ-2, карбинольный, резиновый и др.).

РЕМОНТ ВОДОПОДЪЕМНОЙ ЛЕБЕДКИ

В водоподъемной лебедке быстрее других деталей изнашиваются малые шестерни, подшипники опор ведущего и ведомого валов, подшипники пальцев шатунов, втулка направляющего ролика и сальниковое уплотнение плунжера.

Износившиеся малые шестерни заменяют. Для этого открывают кожух, снимают верхние крышки подшипников скольжения ведущего вала и сам вал вместе с шестернями. При замене малых шестерен большие ставят точно по метке А на их зубе, чем обеспечивается правильная сборка. Если износ зубьев односторонний, шестерни повертывают на 180° .

При невозможности ликвидировать подтяжкой крышки сальника утечку воды через уплотнение плунжера набивку заменяют. Для этого используют льняной канатик, проваренный в говяжьем салe.

Ведущий и ведомый валы вращаются в четырех подшипниках скольжения, износ которых (особенно у ведомого вала) приводит к неравномерному ходу и расшатыванию лебедки. Ремонт подшипников заключается в замене их вкладышей. Изношенные втулки направляющего ролика меняют после того, как радиальный зазор станет больше 1 мм (ролик сильно качается на оси траверсы). Втулки головок шатунов ставят другие уже при зазоре более 0,3 мм (от руки заметно покачивание шатуна в подшипниках).

ОКРАСКА ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

На ветроколесо, головку, башню, механизм установки на ветер и другие основные узлы постоянно действуют ветер, влага, пыль и изменяющаяся температура. В этих условиях металлические части могут интенсивно ржаветь, а деревянные гнить. Чтобы предохранить металл и дерево от преждевременного разрушения, их окрашивают не реже одного раза в 3 года.

Для этого можно применять любые влагостойкие краски. Однако лучше всего применять масляные краски и масляные или нехлорвиниловые эмали. Чаще всего деревянные и металлические детали покрывают цинковыми белилами. Обычно окрашивают в серый цвет, реже в защитный. Вращающиеся детали можно окрашивать в красный цвет мумией, крылья — краской А-177 (с алюминиевой пудрой), разведенной на масляных лаках или растворителях.

Для приготовления масляной краски на каждый килограмм цинковых белил дают $0,3-0,35$ кг олифы. Окрашиваемую поверхность делают очень чистой и сухой, очищают металлической щеткой или наждачной бумагой от старой потрескавшейся или отставшей краски и особенно от ржавчины; промывают (от масла) поверхности бензином или керосином, а затем тщательно насухо протирают ветошью.

Окрашивать можно кистью или распылителем (пульверизатором). Начинают окраску с крыльев, затем переходят к хвостовому оперению, ферме хвоста или вибррозам, головке и постепенно опускаются: красят башню, вертикальную трансмиссию и т. д. Наносят краску тонким слоем и равномерно. Средний расход готовой к употреблению краски на 1 м² окрашиваемой в один слой поверхности составляет: для масляных красок $150-200$ г (при работе кистью) и $170-230$ г (распылением), для масляных лаков соответственно 50 и $65-70$ г. Небольшие агрегаты окрашивают, положив их в горизонтальное положение на козлы.

Для высыхания (при температуре $+20^{\circ}$) масляной краски обычно достаточно 16—18 ч, масляных лаков — от двух до четырех суток.

ГЛАВА 21

Ремонт электрического оборудования ветроагрегатов

Текущий (профилактический) ремонт электрического оборудования проводят не реже двух раз в год. Его выполняют электро-механики, обслуживающие агрегаты. Ремонт заключается в частичной замене реле, аппаратуры, подшипников электрических машин.

При появлении в агрегате посторонних шумов, вибраций, снижении производительности проводят внеплановый ремонт. Текущий ремонт не требует каких-либо специальных устройств и станочного оборудования, и его проводят непосредственно возле ветроагрегата или в помещении, расположенном вблизи от него.

Капитальный ремонт электрооборудования выполняют одновременно с капитальным ремонтом ветродвигателя или при выходе из строя элементов электрооборудования. В этом случае ремонтируют в специализированной мастерской, имеющей необходимые оборудование и приспособления. В капитальный ремонт входит: перемотка электрических машин и катушек реле, автоматов, перемонтаж щитов, переналадка элементов автоматики и защиты, переборка аккумуляторных батарей.

Если текущий ремонт электрооборудования ветроагрегатов редко требует повалки ветродвигателя или снятия щитов, то капитальный ремонт всегда связан с повалкой ветродвигателя, его разборкой и вызывает значительную затрату времени.

Поэтому капитальный ремонт электрооборудования проводят в периоды, когда нет нужды в ветроагрегате или его можно заменить исправным.

РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА

Ремонт генератора без снятия с головки ветроагрегата и без повалки последнего проводят в том случае, если не требуется длительного нахождения электромеханика наверху. Все работы по ремонту генератора наверху проводят при остановленном ветроколесе, который обязательно привязывают веревкой к головке агрегата. К таким работам относятся: устранение загрязнения щеток и контактных колец, заедания щеток в обойме щеткодержателя, замена щеток и пружин щеткодержателя. Загрязнение коллекторов и контактных колец устраняют мягкой тряпочкой, смоченной в бензине, щетки зачищают стеклянной шкуркой в месте заедания, сломанные пружины и износившиеся щетки заменяют.

Замена неисправных или промывка засорившихся подшипников, а также перемотка обмоток генератора требуют полной разборки генератора, а следовательно, и повалки ветроагрегата.

Следует иметь в виду, что в ветроэлектрических агрегатах ВЭ-2М, ВЭС-1-5 и ВЭ-5 применены генераторы с постоянными магнитами, которые чувствительны к ударам. Поэтому при разборке роторы необходимо предохранять от ударов и прилипания к ним стальных опилок.

Засорившиеся шариковые подшипники промывают в керосине и заполняют смазкой ЦИАТИМ-201 примерно $\frac{2}{3}$ объема полости подшипника. Износившийся подшипник и подшипники с трещи-

нами колец обязательно заменяют. Обмотку перематывают в мастерской. Новую обмотку тщательно пропитывают, просушивают и испытывают на пробой. Роторы генераторов ВЭ-5, ВЭС-1-5, ВЭА-1 должны быть отбалансированы статически и динамически.

При ремонте заменяют уплотнительные сальники и окрашивают корпус генератора.

При разборке и сборке генераторов необходимо пользоваться приспособлениями и съемниками.

Генератор ветроагрегатов ВЭ-2М и ВЭ-2. Генератор разбирают в помещении на чистом столе в следующем порядке. Ослабляя винты крепления обтекателя, снимают его и отъединяют кабель от зажимов генератора. Снимают генератор со стойкой, следя за тем, чтобы тормозной крючок не зацепился за болт, крепящий трубу стойки. Отвернув крышку переднего подшипника, снимают ее вместе с сальником. Вывернув четыре болта, крепящие подшипниковый щит к корпусу генератора, снимают передний щит. В агрегате ВЭ-2 после этого отвертывают гайку крепления переднего подшипника, имеющую левую резьбу. Отъединив задний подшипниковый щит, вынимают ротор в сторону щита и снимают передний подшипник, а после отъединения задней крышки с сальником и задний подшипник. В случае необходимости замены тормозного барабана его снимают, удалив штифт, который крепит его на валу генератора.

Отвернув гайки шпоночного клина и вынув тормозной болт, снимают тормозное кольцо с выступа на заднем подшипниковом щите.

После промывки или замены подшипников генератор собирают в обратном порядке. При этом следует иметь в виду, что тормозное кольцо в свободном состоянии должно плотно охватывать выступ на заднем подшипниковом щите. Присоединяя генератор к стойке, необходимо проследить, чтобы тормозной крючок с тросом и кабель располагались на противоположных сторонах болта, разделяющего трубу.

Генератор Г-66. Кроме замены щеток, устранения их защемления в щеткодержателе, при ремонте генератора Г-66 в случае большого износа или подгорания пластин протачивают коллектор на токарном станке. После проточки углубляют ножом изоляцию между пластинами на глубину 0,5—0,8 мм.

Если шероховатость невелика, но щетки искрят, коллектор шлифуют мелкой стеклянной бумагой, которую накладывают на деревянную колодку 2 (рис. 141),

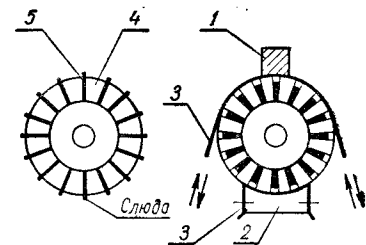


Рис. 141. Шлифовка коллектора и притирка щеток генератора постоянного тока:

1 — щетка; 2 — колодка; 3 — стеклянная бумага; 4 — медная пластина; 5 — изоляция.

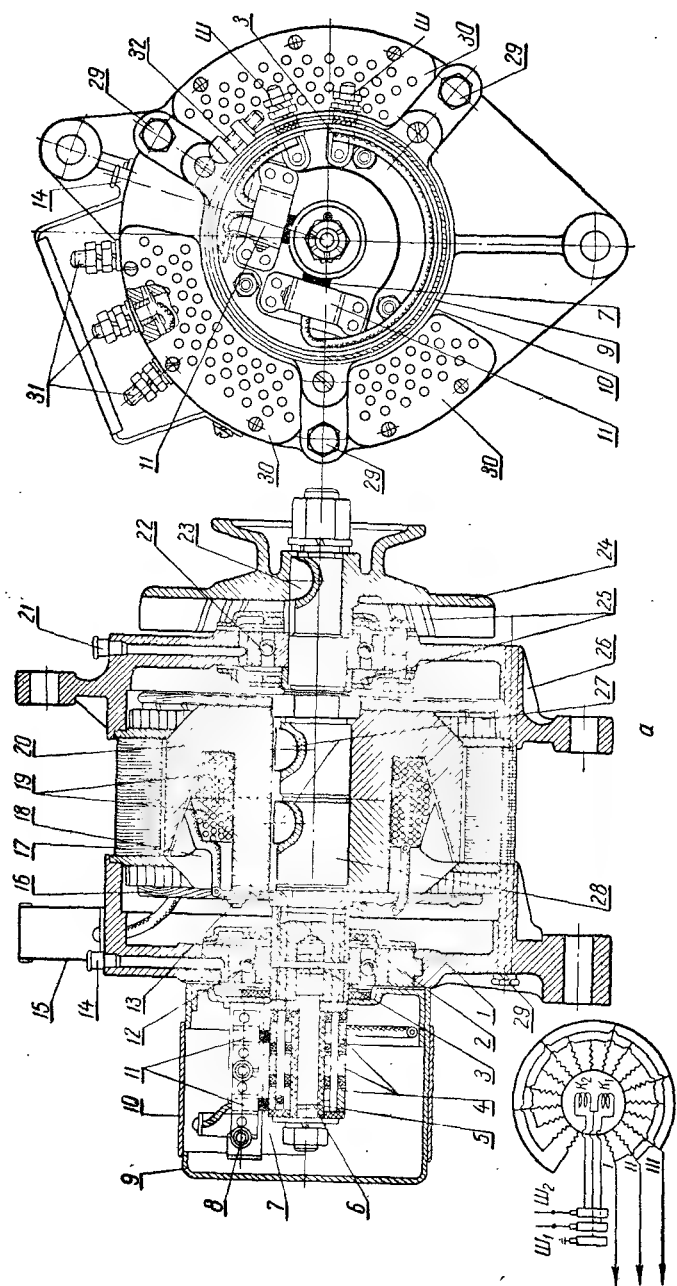


Рис. 142. Генератор Г-2Б:

а — разрез; б — схема соединения обмоток; 1 — задний подшипниковый щит; 2 и 25 — сальники; 3 — штифт; 4 — контактные кольца; 5 — изоляционная втулка; 6 — вал токосъемника; 7 — щетка; 8 — шариковый подшипник; 9 — кошки; 10 — комут. 11 — щеткодержатель; 12 и 22 — шариковые подшипники; 13 — вывоз; 14 и 21 — масленики; 15 — скоба; 16 — лобовая часть обмотки; 17 — статор; 18 и 20 — сердечники; 19 — обмотка ротора; 23 и 27 — шпони; 24 — приводной шкив (генератор); 26 — передний подшипниковый щит; 28 — вал генератора; 29 — болт; 30 — крышка; 31 — клеммы; 32 — стяжной болт.

после этого углубляют изоляцию 5. При искрении щеток 1 их притирают к поверхности коллектора такой же стеклянной бумагой, положенной на коллектор рабочей стороной к щеткам.

При сильном нагреве коллектора (появлении цветов побежалости) генератор нужно отправить в специализированную мастерскую для ремонта.

При разборке генератора снимают приводной шкив, посаженный на конусном валу генератора, передний и задний подшипниковые щиты. Снимая задний подшипниковый щит, необходимо предварительно вынуть щетки из щеткодержателя.

Генератор Г-2Б. Его разбирают в следующем порядке. Снимают приводной шкив 24 (рис. 142), закрепленный на валу на шпонке 23 гайкой. Подшипниковые щиты 26 и 1 отъединяют от статора 17 после того, как отвернут три болта 29. При снятии заднего щита 1 необходимо следить за тем, чтобы не поломать щетки 7, которые лучше всего вынуть из щеткодержателей 11. Подшипники с вала снимают только при помощи съемников, а ставят на место, применяя пресс. Для замены пробитой или сгоревшей обмотки возбуждения отвертывают гайку, крепящую передний клювообразный сердечник 20, и снимают его с вала, после чего можно снять катушку обмотки. Обмотка возбуждения имеет две параллельно включенные катушки с согласованными магнитными потоками. Каждая катушка имеет 575 витков провода ПЭВ-4 или ПЭЛ диаметром 0,69 мм. Обмотку возбуждения снимают только после того, как ее концы отъединяют от контактных колец. Для этого отвертывают гайку на конце вала 6, отпаивают концы от контактных колец и снимают кольца, запомнив взаимное расположение их и изоляционных втулок. После перемотки сборку генератора проводят в обратном порядке. Ротор после перемотки и пропитки обязательно балансируют динамически на станке для динамической балансировки.

РЕМОНТ РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОРА И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Реле-регулятор и электрическую аппаратуру ветроагрегата в полевых условиях ремонтируют без снятия щитов. Ремонт сводится к зачистке подгоревших контактов, к замене вышедших из строя реле, выключателей и автоматов, соединительных проводников, сигнальных ламп.

Если устранить неисправность реле-регулятора на месте нельзя, заменяют его или щит.

У реле-регулятора ветроагрегатов ВВУ-3 и 2ВПЛ-4 одной из основных причин плохой работы его является подгорание контактов и их окисление. Окисление устраняют, протирая поверхность контактов замшей, смоченной в бензине, или очищая мелкой

стеклянной шкуркой. Если контактная поверхность сильно подгорела и имеет большие неровности, ее зачищают плоским надфилем и стеклянной шкуркой до появления блеска и плотного прилегания поверхностей двух контактов.

Основные неисправности реле-регулятора и способы их устранения. 1. Контакты реле обратного тока (реле-регулятор РР-24Г, рис. 143) не замыкаются даже при номинальном напряжении генератора (12,2—13,2 в). Это может быть при обрыве параллельной обмотки в местах ее крепления или у выводных концов, при увеличении зазора между контактами и между якорем и сердечником, при увеличении натяжения пружины якоря.

Для устранения этой неисправности проверяют надежность контактов в местах соединения, нет ли обрыва в параллельной обмотке, состоящей из 75 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛ диаметром 0,25 мм (по меди), намотанных виток к витку в ту же сторону, что и токовая обмотка. У нормально отрегулированного реле зазор между якорем и сердечником должен быть 1,4—1,5 мм при разомкнутых контактах, отстоящих один от другого на 0,6—0,8 мм. Реле должно включаться при напряжении 12,2—13,2 в, а размыкаться при токе 0,5—0,6 а. Величина тока отключения реле, установленного в ветроагрегате, должна быть повышена до 0,5—1,5 а.

2. Контакты реле не размыкаются и идет большой разрядный ток вследствие сваривания контактов, возникающего при плохом прижатии контактных поверхностей, уменьшении упругости или обрыве пружины якоря. Отключив провод, идущий к контакту В реле-регулятора, реле заменяют исправным, у которого необходимо проверить величины зазоров.

В том случае, когда после отсоединения провода от контакта В реле-регулятора не удается избавиться от большого разрядного тока, необходимо отключить аккумуляторную батарею и устранить короткое замыкание в щите или у потребителей.

3. Искрят контакты реле на п р я ж е н и я. Искрение может появиться из-за плохого контакта в местах крепления дополнительных сопротивлений, обрывов в спиральх витков, возникновения трещин в угольных

сопротивлениях, а также вследствие подгорания или окисления контактов.

Подгорание или окисление устраняют так же, как в реле обратного тока. Остальные перечисленные причины неисправности реле напряжения устраняют, заменяя неисправные детали и надежно поджимают контакты.

4. Чрезмерное увеличение напряжения вследствие обрыва основной обмотки или нарушения регулировки реле. Обрыв провода основной обмотки проверяют при помощи омметра или контрольной лампочки с батареей. Обмотка реле напряжения имеет 1300 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛ диаметром 0,29 мм для реле-регулятора РР-24Г и 1750 витков ПЭВ-1 или ПЭЛ диаметром 0,47 мм для реле-регулятора РР-5.

Правильно отрегулированное реле напряжения должно иметь зазор 1,4—1,5 мм между якорем и сердечником при замкнутых контактах. Реле регулируют во время работы агрегата при номинальном режиме и скорости ветра не ниже 8 м/сек, токе нагрузки 10 а (РР-24Г) или 30 а (РР-5). Величина регулируемого напряжения должна быть равна 13,8—14,8 в при температуре воздуха +20°. Если регулировкой зазора не удастся установить требуемое напряжение, необходимо изменить натяжение пружины якоря (увеличение натяжения повышает напряжение).

5. Исчезновение напряжения на генераторе, вызванное обрывом выравнивающей обмотки реле напряжения, обрывом выравнивающего сопротивления или обрывом провода, соединяющего корпус генератора с корпусом реле-регулятора. В последнем случае может быть перегрев выравнивающего сопротивления и обмотки ограничителя тока. Обрывы в обмотках и сопротивлениях обнаруживают при помощи омметра или контрольной лампочки.

6. Окисление контактов, повышенное искрение и нарушение регулировки реле ограничителя тока.

Повышенное искрение и окисление контактов является, как правило, следствием нарушения регулировки реле и повышения тока, ограничиваемого реле. Это ведет к повышенному износу коллектора генератора и очень часто к свариванию контактов реле обратного тока. Величину максимального тока снижают, уменьшая зазор между якорем и сердечником реле и упругость пружины якоря.

Величина тока нагрузки, ограничиваемая реле, должна быть 17—19 а (для РР-24Г) или 57—63 а (для РР-5), что обеспечивается величиной зазора между якорем и сердечником при замкнутых контактах, равного 1,4—1,5 мм.

В таблице 48 дан сводный перечень генераторов, реле-регуляторов и выпрямителей, применяемых в малых ветроэлектрических и ветронасосных агрегатах, которыми можно пользоваться при ремонтах и заменах электрооборудования ветроагрегатов.

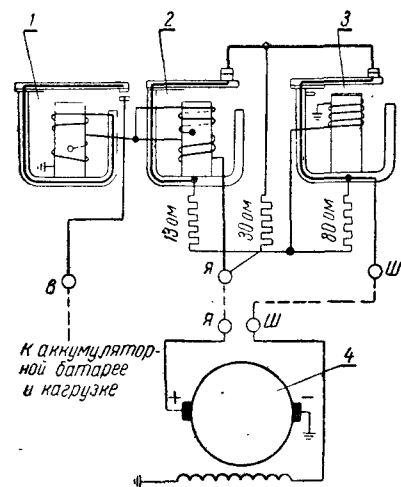


Рис. 143. Реле-регулятор РР-24Г:

1 — реле обратного тока; 2 — реле напряжения; 3 — реле ограничения тока; 4 — генератор.

Генераторы, реле-регуляторы и выпрямители ветроэлектрических и ветронасосных агрегатов

Тип генератора	Тип щита и реле-регулятора	Тип выпрямителя	Установлен на агрегате
Г-37 ГС-100 ГВА-0,16-26/15 ГП-1600 ГВА-1-Т/127	Специальный > > > >	ВС-25 АВС-90-107 АВС-90-107 — В зависимости от требования потребителя	ВЭА-1 ВЭ-2 ВЭ-2М, АВС-0,1 ВЭ-5 ВЭС-1-5
Г-66 Г-2Б ГВЭН-Т-230/ч/150	РР-24Г РР-5 Специальный	— РС-29 В зависимости от требования потребителя	ВВУ-3 и ВП-3М 2ВПЛ-4; Д-4 ВЭН-4
ГАБ-1,2-Т/230	>	—	ВЭВ-1-6

Сведения по ремонту специальных электрических щитов новых ветроагрегатов с электрической трансмиссией можно найти в инструкциях по этим агрегатам.

РЕМОНТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Аккумуляторную батарею ремонтируют при возникновении следующих неисправностей: повышенного саморазряда, сильной сульфатации пластин, короткого замыкания пластин, большого окисления и разрушения выводных штырей и перемычек, течи электролита.

Величина саморазряда по ГОСТ не должна превышать для аккумуляторной батареи с сепараторами из материалов, содержащих дерево, 0,3% от расчетной емкости при 15-суточном хранении без использования. Для батарей с сепараторами из мипора или мипласта — не выше 1,1%.

Повышенный саморазряд, уменьшающий емкость батареи, вызывается замыканием выводных штырей загрязненным электролитом, осыпавшейся активной массой или разрушением сепаратора, а также образованием местных (паразитных) токов в активной массе пластин. Для уменьшения саморазряда удаляют грязь с поверхности штырей, бака и протирают поверхность тряпкой, смоченной в соде, а штыри смазывают техническим вазелином, устраняют зазоры между свинцовыми втулками крышки бака аккумулятора и выводными штырями.

Местные токи можно значительно уменьшить таким способом. Аккумуляторную батарею разряжают нормальным разрядным

током (0,1 номинальной емкости) до напряжения 1,1—1,2 в в отдельном аккумуляторе и, вылив электролит, промывают аккумулятор 2—3 раза дистиллированной водой, сменяя ее через каждые 3 часа, после чего заливают новый электролит той же плотности и полностью заряжают батарею. При промывке частично удаляют опавшую массу разрушенных пластин и сепараторов и устраняют короткое замыкание пластин. Если этими мерами не удастся устранить неисправность, то необходимо отправить батарею в специализированную мастерскую. Местными средствами можно уничтожить сульфатацию (покрытие белым налетом) пластин.

В батарее с сульфатированными пластинами в процессе заряда быстро повышается напряжение и бурно выделяются газы. Исправление слабо сульфатированных пластин производят продолжительными зарядами током малой величины при малом удельном весе электролита. Сильно сульфатированные пластины не поддаются восстановлению.

При коротком замыкании пластин, их короблении и разрушении, уплотнении активной массы отрицательных пластин, отрыве пластин, разрушении сепараторов, при трещинах в баке необходимо вынуть пластины из бака батареи. Это делают только в специализированных мастерских. Короткозамкнутая батарея либо совсем не принимает заряд, либо ее заряд сопровождается очень медленным ростом плотности электролита и напряжения и слабым газовыделением. Коробление пластин и уплотнение активной массы приводит к уменьшению емкости батареи.

Чтобы определить, исправна ли батарея или отдельный аккумулятор, измеряют напряжение в каждом аккумуляторе под нагрузкой. Для этого пользуются нагрузочной вилкой ВН-2, которая создает нагрузку, близкую к стартерной.

В исправном аккумуляторе в зависимости от степени разряда напряжение устойчиво держится в течение 5 сек в пределах:

1,7—1,8 в	при полном заряде
1,6—1,7 в	при разряде на 25%
1,5—1,6 в	> > > 50%
1,4—1,5 в	> > > 75%
1,3—1,4 в	> > > 100%

Эти величины нужно уточнять по заводской инструкции, прилагаемой к аккумуляторной батарее, и по инструкции к нагрузочной вилке. Если напряжение в одном аккумуляторе отличается от напряжения в других более чем на 0,1 в или при нормальной плотности электролита напряжение в течение испытания (5 сек) нагрузочной вилкой быстро падает, то батарея сильно разряжена или неисправна и ее необходимо отправить в специализированную мастерскую для ремонта.

Изнашивающиеся детали ветроагрегатов. Запасные части и подшипники

Опыт эксплуатации ветроагрегатов показывает, что при правильном техническом обслуживании большинство их узлов, в том числе и наиболее ответственные (механизм регулирования, редукторы и др.), безотказно работают многие годы.

Быстроизнашивающиеся детали двигателя, водоподъемного и электрического оборудования завод-изготовитель включает в комплект запасных частей и поставляет его вместе с ветроагрегатом. Как правило, в комплект запасных частей входят манжеты и клапаны поршневого насоса, пальцы кривошипа, срезные болты, трос механизма пуска и остановки, резиновые детали муфт, вкладыши подшипников скольжения и т. д.

Иногда приходится заменять детали, не входящие в комплект запасных частей, изготавливать их на месте, на ремонтном заводе или в мастерских районного отделения «Сельхозтехники». Обычно это относится к малым шестерням и валикам. Поэтому ниже наряду с перечнем запасных частей приведены данные по шестерням и другим деталям наиболее распространенных двигателей.

Ветроэлектрический агрегат ВЭА-1. К нему прилагаются следующие запасные части: предохранитель БЗ-20 (два) и тандер оттяжки (узел МОО-10-00).

Ветроэлектрические агрегаты ВЭ-2 и ВЭ-2М. В качестве запасных частей к ним прилагаются втулка регулятора (деталь 8АЕ-243-001), электрический предохранитель ПВ-10 (два), а также 3,5 м провода ШРПС-3 $\times$ 1,5 мм².

Ветроводоподъемник ВП-3. В его комплект запасных частей входят только три спицы (деталь ВП-10-00-03). Сверх комплекта придают 20 болтов М6 и М8, 25 гаек и краску. В таблице 49 приведены номера и характеристики некоторых деталей этого водоподъемника.

Ветроводоподъемник ВП-3М. Его комплект запасных частей такой же, как у ВП-3, но дополнительно придается одинтиандер растяжки (№ ВП90-20-00М).

Материал, из которого изготовлены шестерни, и их размеры у двигателей ВП-3М и ВП-3 одинаковые, но некоторые детали отличаются номерами (табл. 50).

Ветроводоподъемник ВБ-3. Комплект запасных частей состоит из растяжек водоподъемной трубы (придается по одной растяжке для каждого яруса), втулки регулятора (деталь 04-100-04), шарикового подшипника (№ 3056204) эксцентрикового вала, резинового шарового клапана диаметром 50 мм (деталь 04-500-03) и втулки водоподъемной трубы (деталь 04-500-04).

Таблица 49

Данные о некоторых деталях ветроводоподъемника ВП-3

№ детали	Наименование детали	Материал	Характеристика			
			число зубьев, z	модуль, m	диаметр на- чалной окружности Dн. о., мм	
ВП-20-00-13	Шестерня коническая малая го- ловки	Ст. 6	20	3,5	70	
ВП-26-00-01а	Сдвоенная шестерня головки:					
	коническая	Ст. 6	40	3,5	140	
	цилиндрическая	Ст. 6	23	3,0	69	
ВП-51-12-01	Шестерня коническая малая ре- дуктора	Ст. 6	16	4,5	72	
ВП-52-00-12	То же	Ст. 6	33	3,5	115,5	
ВП-52-00-09	Шестерня цилиндрическая малая редуктора	Ст. 6	12	4,0	48	
ВП-54-00-01	Палец конного привода	Ст. 3				
ВП-51-10-06	Пружина храповика	Ст. П-1				
ВП-30-00-03	Пружина регулирования *	Ст. П-1				
ВП-10-00-03	Спица ветроколеса **	Ст. 3				
ВП-10-00-04	Лопасть ветроколеса ***	Оцинко- ванная сталь				

* Наружный диаметр 30 мм, диаметр проволоки 3,5 мм, длина 380 мм, 111 витков, жесткость 0,28 кг/см.

** Диаметр 6 мм, длина 1535 мм.

*** Толщина 0,5 мм.

Таблица 50

Данные о некоторых деталях ветроводоподъемника ВП-3М

№ детали	Наименование детали	Примечание	
ВП20-00-12	Шестерня коническая малая голов- ки	z = 20;	m = 3,5
ВП20-20-00	Блок шестерен головки:		
	цилиндрическая	z = 23;	m = 3
	коническая	z = 40;	m = 3,5
ВП50-20-00	Шестерня малая нижнего редукто- ра в сборе с муфтой свободного хода	z = 26;	m = 3
ВП50-00-09	Шестерня большая нижнего редук- тора	z = 39;	m = 3
ВП10-00-03	Спица ветроколеса *		
ВП10-00-04а	Лопасть ветроколеса **		

* Диаметр 6 мм, длина 1535 мм.

** Толщина 0,5 мм.

Ветроводоподъемник ВВУ-3. Некоторые узлы и детали взаимозаменяемы с такими же деталями и узлами двигателей ВП-3 и ВП-3М (шестерни, валы и др.). В его комплект запасных частей входят: манжета 1-1-45 главного вала (одна, ГОСТ 8752—61), манжета 1-1-20 (одна), втулки горизонтального вала — передняя текстолитовая (деталь 02-320-07) и задняя чугунная (деталь 02-320-09), ползун (деталь 02-320-16) и бронзовая втулка регулятора (деталь 02-320-19).

Номера и характеристики некоторых деталей водоподъемника приведены в таблице 51.

Таблица 51
Данные о некоторых деталях ветроводоподъемника ВВУ-3

№ детали	Наименование детали	Примечание	
02-310-10	Шестерня малая коническая головки	$z = 30;$	$m = 3,5$
02-310-13	Шестерня большая коническая головки	$z = 41;$	$m = 3,5$
02-500-04	Шестерня большая коническая нижнего редуктора	$z = 41;$	$m = 3,5$
02-520-00	Шестерня малая коническая нижнего редуктора в сборе с муфтой свободного хода	$z = 30;$	$m = 3,5$

Ветроподъемный двигатель ТВ-5. Основные изнашивающиеся детали этого двигателя приведены в таблице 52.

Таблица 52
Данные о некоторых деталях ветродвигателя ТВ-5

№ детали	Наименование детали	Примечание
ТВ-2	Шестерня правая	$z = 47$
ТВ-3	То же, левая	$z = 47$
ТВ-4П	Шатун с вкладышем	—
ТВ-31	Шестерня ведущая	$z = 16$
ТВ-224	Пружина регулирования	—
ТВ-310	Лопасть колеса	—

Ветроподъемные двигатели ТВ-8 и ТВМ-8. В таблице 53 перечислены быстроизнашивающиеся детали двигателей ТВ-8 и ТВМ-8, а на рисунке 144 показаны чертежи малых шестерен.

Ветроподъемный двигатель УВД-8. К нему придают следующие запасные части (табл. 54).

Спица колеса (деталь ВД-80-00-00) изготовлена из стали Ст.3 диаметром 12 мм, а лопасть (деталь ВД-10-00-01) — из оцинкованной стали толщиной 0,76 мм. Такие же номера имеют эти детали

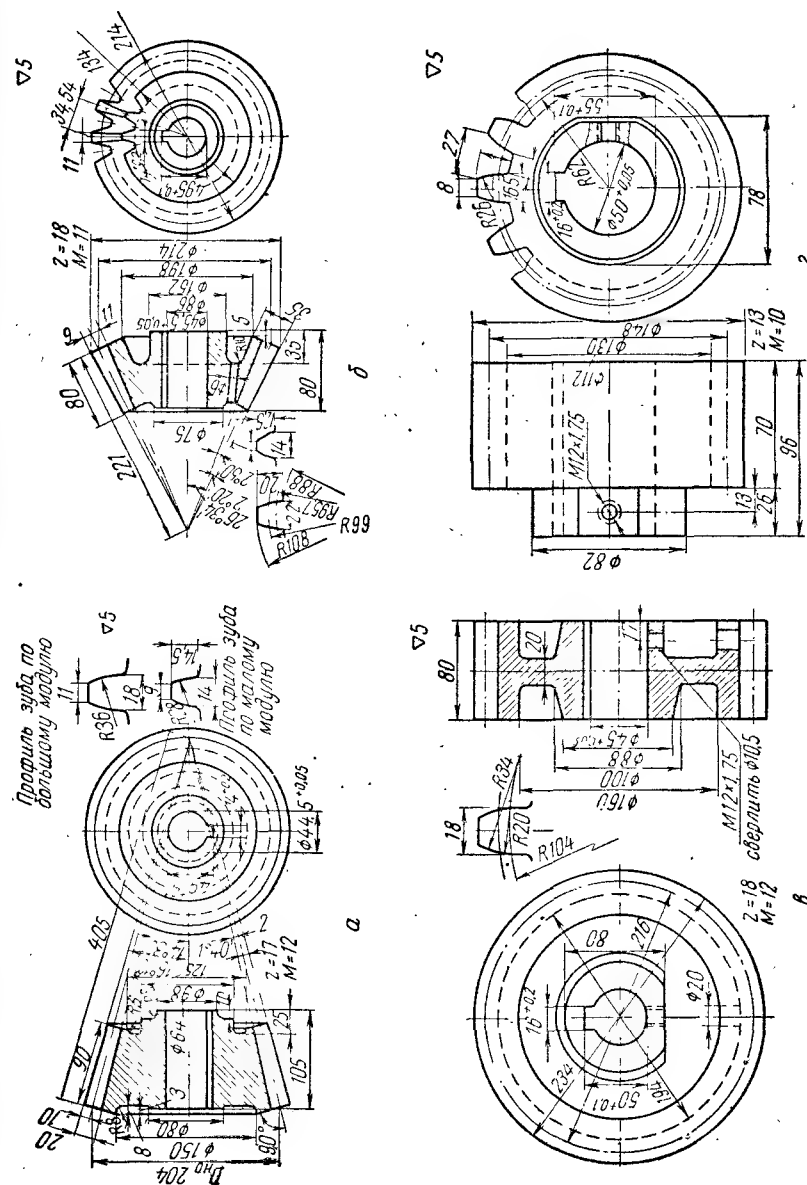


Рис. 144. Малые шестерни ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8:
а — малая коническая шестерня головки; б — малая коническая шестерня лобелки;
в — малая цилиндрическая шестерня привода насоса; г — малая цилиндрическая шестерня лобелки.

Быстроизнашивающиеся детали ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8

Таблица 53

Номер детали		Наименование детали	Материал	Количество на один двигатель
старый	новый			
Входящие в комплект запасных частей				
ТВА-108	3002	Шестерня головки малая	СЧ 18-36	1
ТВА-137	7012	Шестерня коническая малая лебедки	СЧ 18-36	1
ТВА-161	9023	Клапаны насоса	СЧ 15-32	2
	и 9031			
ТВА-180	6008	Муфта предохранительная	СЧ 21-40	1
ТВА-641	—	Муфта нижняя вертикального вала	Ст. 3	1
ТВА-009	9025	Манжета насоса	Кожа	2 комплекта
Не входящие в комплект запасных частей				
ТВА-663	2020	Пружина регулирования	Сталь 65Г	1
—	5030	Стакан опорный	СЧ 15-32	1
—	5040	Трос длинный механизма пуска и остановки	Ст. 6	1
—	5041	То же, короткий	Ст. 6	1

Запасные части, поставляемые с ветродвигателем УВД-8

Таблица 54

№ детали	Наименование	Количество на один двигатель
НП-11-10-03	Манжета насоса	2
НП-11-00-03	Клапан насоса	3
НП-40-00-07	Шнур для сальниковой набивки	1 м
ВЛ-00-10-03	Палец шатуна	2
ВЛ-20-00-02	Втулка	2
ВЛ-20-00-04	»	2
ВЛ-00-11-01	»	4

Изнашивающиеся детали ветродвигателя Д-12

Таблица 55

№ детали	Наименование детали	Материал	Место нахождения детали	Количество на 1 двигатель	Примечание
ДВ-008	Втулка	Бронза	Стойка стабилизатора	6	
ДВ-626	Шестерня малая головки	Ст. 45	Картер головки	1	$z = 26$, $m = 9$
ДВ-125а, ДВ-125б, ДВ-665	Муфта свертная в сборе	—	Вертикальный вал	3	
ДВ-665	Шестерня редуктора малая	Ст. 45	Картер редуктора	1	$z = 30$, $m = 7$
ДВ-680	Винт	Ст. 3	Лебедка остановки	1	

Таблица 56

Спецификация подшипников

№ подшипника	Наименование подшипника	Место установки	Количество на один ветродвигатель	Размеры, мм		
				внутренний диаметр	наружный диаметр	ширина

Ветроэлектрический агрегат ВЭА-1

202	Шариковый радиальный однорядный	Вал генератора	2	15	37	11
-----	---------------------------------	----------------	---	----	----	----

Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2

200	Шариковый радиальный однорядный	Опора маха крыла (ближняя к втулке)	2	10	30	9
204	То же	Опора маха крыла (ближняя к лопасти)	2	20	47	14
205	» »	Вал генератора	2	25	52	15

Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М

8109	Шариковый упорный одинарный	Стойка	1	45	62	13
302	Шариковый радиальный однорядный	Опора маха крыла (ближняя к втулке)	2	15	42	13
46204	Шариковый радиально-упорный	Опора маха крыла (ближняя к лопасти)	2	20	47	14
205	Шариковый радиальный однорядный	Вал генератора	2	25	52	15

Ветроэлектрический агрегат ВЭ-5

207	Шариковый радиальный однорядный	Вал генератора	2	35	72	17
306	То же	Опора маха крыла (ближняя к втулке)	2	30	72	19
46209	Шариковый радиально-упорный	Опора маха крыла (ближняя к лопасти)	2	45	35	19
36203	То же	Шток регулятора	1	17	40	12
7509	Роликовый конический	Задняя опора главного вала	1	45	85	25
7513	То же	Передняя опора главного вала	1	65	120	33

Продолжение

№ подшипника	Наименование подшипника	Место установки	Количество на один ветродвигатель	Размеры, мм		
				внутренний диаметр	наружный диаметр	ширина
Ветроводоподъемник ВП-3						
203	Шариковый радиальный однорядный	Вертикальный вал верхнего редуктора	1	17	40	12
		Горизонтальный вал верхнего редуктора	2	—	—	—
		Вертикальный вал нижнего редуктора	2	—	—	—
204	То же	Горизонтальный вал привода шкива нории	1	20	47	14
206	» »	То же	1	30	62	16
207	» »	Нижний подшипник поворотного штыря	1	35	72	17
210	» »	Верхний подшипник поворотного штыря	1	50	90	20
1203	Шариковый радиальный сферический	Опоры вертикального вала	3	25	52	15
7206	Роликовый конический	Задняя опора главного вала верхнего редуктора	1	30	62	17,5
7208	То же	Передняя опора главного вала верхнего редуктора	1	40	80	20
7204	» »	Опоры горизонтального вала нижнего редуктора	2	20	47	15,5

Ветроводоподъемник ВП-3М

7208	Роликовый конический	Передняя опора главного вала верхнего редуктора	1	40	80	20
7206	То же	Задняя опора главного вала верхнего редуктора	1	30	62	17,5
204	Шариковый однорядный радиальный	Большая коническая шестерня верхнего редуктора	2	20	47	14
		Вертикальный вал верхнего редуктора	1	—	—	—
		Вертикальный вал нижнего редуктора	2	—	—	—
		Горизонтальный вал нижнего редуктора	2	—	—	—
11204	Шариковый радиальный сферический на закрепительной втулке	Вертикальный вал верхнего редуктора	1	20	52	15

Продолжение

№ подшипника	Наименование подшипника	Место установки	Количество на один ветродвигатель	Размеры, мм		
				внутренний диаметр	наружный диаметр	ширина
209	Шариковый однорядный радиальный	Штырь опорной ленты	1	45	85	19
210	То же	То же	1	50	90	20
205	» »	Муфта свободного хода	1	25	52	15
		Вал рукава водоподъемника	2	—	—	—
203	» »	Блок шкивов отбора мощности	2	17	40	12

Ветроводоподъемник ВБ-3

302	Шариковый однорядный радиальный	Мах лопасти	2	15	42	13
46204К	Шариковый радиально-упорный	То же	2	20	47	14
50306	Шариковый однорядный радиальный со стопорной канавкой на наружном кольце	Вал ветроколеса	1	30	72	19
207	Шариковый однорядный радиальный	То же	2	35	72	17
120	Шариковый однорядный радиальный	Опора головки	2	100	150	24
3056204	Шариковый двухрядный радиальный	Кривошип вала ветроколеса	1	20	47	20

Ветроводоподъемник ВВУ-3

303	Шариковый однорядный радиальный	Мах лопасти	3	17	47	14
36207	Шариковый радиально-упорный	То же	3	35	72	12
7209	Роликовый конический	Вал ветроколеса	2	45	85	19
100	Шариковый однорядный радиальный	Тяга регулятора	1	10	26	8
210	То же	Штырь опорной плиты	1	50	90	20
209	» »	То же	1	45	85	17
11204	Шариковый радиальный сферический на закрепительной втулке	Вертикальный вал головки	1	20	52	12
204	Шариковый однорядный радиальный	Вертикальный вал головки	1	20	47	14
		Вертикальный вал нижнего редуктора	2	—	—	—
		Горизонтальный вал нижнего редуктора	2	—	—	—

Продолжение

№ подшипника	Наименование подшипника	Место установки	Количество на один ветродвигатель	Размеры, мм		
				внутренний диаметр	наружный диаметр	ширина
205	Шариковый однорядный радиальный	Муфта свободного хода Вал рукава водоподъемника	1 2	25 —	52 —	15 —
Ветродвигатель ТВ-5						
8215	Шариковый упорный одинарный	Опора головки	1	75	110	27
214	Шариковый радиальный однорядный	Опоры большой цилиндрической шестерни головки	2	70	125	24
7513	Роликовый конический	Опоры главного вала	2	65	120	33
Ветродвигатели ТВ-8 и ТВМ-8						
7513	Роликовый конический	Передняя опора ступицы ветроколеса	1	65	120	31
7518	То же	Задняя опора ступицы ветроколеса	1	90	160	43
7308	» »	Верхняя опора вертикального вала	1	40	90	28
1309	Шариковый радиальный сферический	Вторая опора вертикального вала	1	45	100	25
б/н	Шариковый упорный	Опорная труба (верхняя опора головки)	66 шариков, диаметр 1/2"			
11309	Шариковый радиальный сферический на закрепительной втулке	Опоры вертикального вала	4	40	100	25
		Опоры вертикального вала лебедки	2	—	—	—
309	Шариковый радиальный однорядный	Опора верхнего горизонтального вала лебедки	1	45	100	25
		Опора среднего горизонтального вала	2	—	—	—
7309	Роликовый конический	Опора верхнего горизонтального вала	1	45	100	27
Ветродвигатель УВД-8						
7519	Роликовый конический	Опоры главного вала	2	75	160	40,5
7307	То же	Опоры верхнего отсека вертикального вала	2	35	80	23

Продолжение

№ подшипника	Наименование подшипника	Место установки	Количество на один ветродвигатель	Размеры, мм		
				внутренний диаметр	наружный диаметр	ширина
		Опоры вертикального вала нижнего редуктора	2	—	—	—
7310	Роликовый конический	Опоры промежуточного вала верхнего редуктора	2	50	110	29,5
		Опоры горизонтального вала нижнего редуктора	2	—	—	—
Ветродвигатель Д-12						
7524	Роликовый конический	Опоры главного вала	2	120	215	58
7315	То же	Опора малой шестерни головки	1	75	160	37
8209	Шариковый упорный однорядный	Крайняя опора поворотной части лопасти	3	45	73	20
1208	Шариковый радиальный сферический	Крайняя опора поворотной части лопасти	3	40	80	18
б/н	Роликовый (сборный)	Средняя опора крыла	12×3 = 36 роликов, длина каждого ролика 24 мм, диаметр 11 мм			
204	Шариковый радиальный однорядный	Ролики рычага останова	2	20	47	14
213	То же	Опоры вертикального вала нижнего редуктора	2	60	120	23
11212	Шариковый радиальный сферический на закрепительной втулке	Опоры вертикального вала	4	60	120	23
3524	Роликовый радиальный сферический	Нижняя опора головки	1	120	215	58
7512	Роликовый конический	Опоры горизонтального вала нижнего редуктора	2	60	110	30

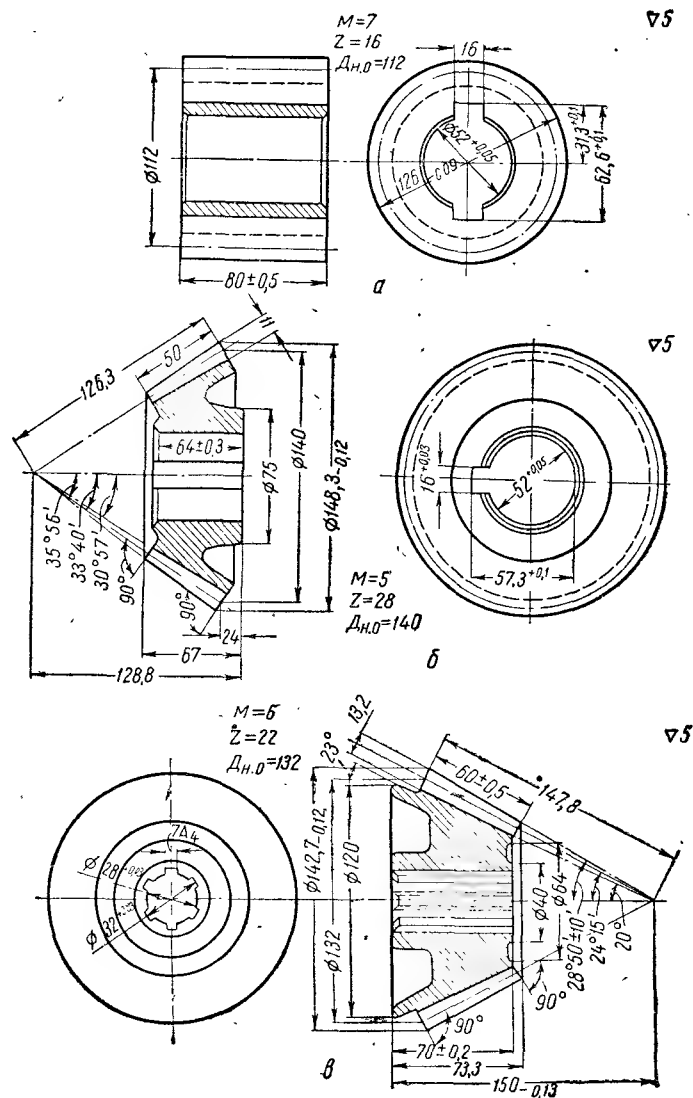


Рис. 145. Малые шестерни ветродвигателя УВД-8:

а — малая цилиндрическая шестерня головки; б — малая коническая шестерня головки; в — малая коническая шестерня нижнего редуктора.

у ветроколеса двигателя ТВМ-8. Вкладыши подшипника вертикального вала (деталь ВД-52-00-03) выполнены из дуба, пружина регулирования (деталь ВД-80-00-00) сделана из стали 65Г. На рисунке 145 даны чертежи малых шестерен двигателя.

Ветродвигатель Д-12 имеет следующие изнашивающиеся детали (табл. 55).

Большая шестерня нижнего редуктора (деталь ДВ-310) изготовлена из стали 35 ($z = 60$, $m = 7$); шестерня верхнего редуктора (деталь ДВ-308) выполнена из той же стали ($z = 78$ и $m = 9$).

Спецификация подшипников качения ветродвигателей. В таблице 56 перечислены подшипники качения, применяемые в ветродвигателях. Чтобы при необходимости можно было заменить подшипник другим, даны также их размеры (внутренний и наружный диаметры и ширина). В перечень не включены насыпные шарики, используемые в вертикальных муфтах механизма пуска и остановки и в опорах головок, так как их обычно не приходится заменять.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

Самодельные ветроэлектрические и ветронасосные агрегаты

Самодельные ветроэлектрические агрегаты мощностью до 200—250 *вт* с успехом используют во многих селах нашей страны.

В Гурьевской, Астраханской, Актюбинской областях колхозники эффективно применяют простейшие ветронасосные установки, которые поднимают воду из колодцев глубиной до 10—15 м, используемую для хозяйственных нужд и полива земельных участков. В Прикурьюнской низменности и на Апшеронском полуострове работают сотни самодельных двигателей, подающих воду на огороды, виноградники, бахчи.

Опыт показывает, что правильно изготовленный агрегат при хорошем уходе работает 5—7 лет и почти не требует затрат на обслуживание и ремонт. Он вырабатывает электроэнергию, достаточную для освещения 2—3 комнат и для питания радиоприемников. Агрегаты с колесом диаметром 2,5 м используют для освещения сельских клубов.

Обычно для зарядки аккумуляторных батарей или чтобы поднять с глубины 10—15 м 50—70 ведер воды в час, нужен двигатель с колесом диаметром до 3 м. Поэтому в книге описаны агрегаты мощностью до 1 л. с. Даются их принципиальные схемы, профиль лопастей, конструкция основных узлов.

Ветродвигатель должен быть прочным и безопасным, поэтому при постройке агрегата нужно соблюдать указания, которые приводятся в книге. Изменять размеры деталей можно только в сторону их увеличения.

Двигатели с колесом диаметром больше 1,5 м можно эксплуатировать только при наличии механизма, ограничивающего число оборотов и развиваемую мощность.

Если известны характеристика ветродвигателя и диаметр его колеса, то, зная момент сопротивления нагрузки $M_{\text{нагр}}$ и относи-

тельный начальный момент $\bar{M}_0$, можно определить, при какой минимальной скорости ветра V_0 начнет работать агрегат:

$$V_0 = \sqrt{\frac{2M_{\text{нагр}}}{\bar{M}_0 R^3 \rho}} \text{ м/сек.}$$

Для данного агрегата V_0 будет являться минимальной рабочей скоростью ветра.

Если необходимо определить диаметр колеса ветродвигателя, при котором он мог бы с заданной нагрузкой $M_{\text{нагр}}$ начинать работать при минимальной скорости V_0 , то пользуются упрощенной формулой:

$$D = \sqrt[3]{\frac{40,8 M_{\text{нагр}}}{\bar{M}_0 V_0^3}} \text{ м.}$$

Средние значения $\bar{M}_0$ для ветроколес с различным числом лопастей приведены в таблице 57.

Таблица 57

Средние значения $\bar{M}_0$			
$\bar{M}_0$	Число лопастей ветроколеса	$\bar{M}_0$	Число лопастей ветроколеса
0,005—0,006	2 (без пусковой пружины)	0,06—0,08	6
		0,23—0,27	12
0,015—0,018	2 (с пусковой пружинной)	0,30—0,33	18
		0,45—0,50	24
0,020—0,025	3		

ГЛАВА 23

Самодельные ветроэлектрические агрегаты

При изготовлении ветроэлектрического агрегата необходимо правильно подобрать генератор и выпрямитель и регулятор к генератору, выбрать размеры ветроколеса, хорошо изготовить его лопасти и регулятор скорости вращения.

ВЫБОР ГЕНЕРАТОРА

Генератор ветроагрегатов малой мощности работает при переменной скорости вращения, на открытом воздухе, т. е. в тех же условиях, что и генераторы автомобилей, тракторов, комбайнов

автобусов. Эти генераторы, почти не изменяя их электрических схем и конструкции, используют при изготовлении самодельных ветроэлектрических агрегатов.

Перечень автотракторных генераторов, которые могут быть использованы при постройке ветроагрегатов, приведен в таблице 58.

Автотракторные генераторы постоянного тока при хорошем уходе за коллектором и своевременной замене износившихся щеток могут работать большой срок. После ремонта можно использовать также выбракованные генераторы.

До 1957 г. генераторы изготовляли для работы в двухпроводных схемах с присоединением массы на (+) и на (-). Теперь они работают в однопроводных схемах, где вторым проводником служит корпус (масса), к которому присоединена минусовая клемма генератора и аккумуляторной батареи.

Если генератор устанавливают с реле-регулятором, корпус которого соединен с плюсовой клеммой батареи (рис. 146 слева), то генератор нужно перемагнитить кратковременным (2—3 сек) подключением к выводному болту III минусовой и к корпусу генератора плюсовой клемм батареи.

У генератора, минусовая клемма которого присоединена к массе, кроме бирки с указанием полярности, на корпусе (возле выводных клемм) имеются обозначения: Я — вывод от изолированной щетки, III — вывод обмотки возбуждения и М — клемма для соединения генератора с массой и основанием реле-регулятора.

Большинство генераторов правого вращения (по часовой стрелке, если смотреть со стороны привода).

Генераторы закрытого исполнения при тех же габаритах, что и генераторы защищенного исполнения, всегда имеют мощность примерно на $\frac{1}{3}$ часть меньшую. Это следует учитывать при использовании их в ветроэлектрических агрегатах. Если агрегат работает на открытом воздухе, то для предотвращения попадания дождя, снега, пыли у генератора необходимо закрыть вспомогательными кожухами передний и задний подшипниковые щиты.

Особое место среди генераторов постоянного тока занимают трехщеточные генераторы, допускающие регулировку величины тока. В отличие от обычных генераторов обмотка возбуждения трехщеточных подключена к дополнительной подвижной щетке, установленной в пределах полюсной дуги впереди главной щетки (считая по направлению вращения якоря). Изменяя положение дополнительной щетки, можно изменить ток генератора, идущий на зарядку аккумуляторных батарей и питание

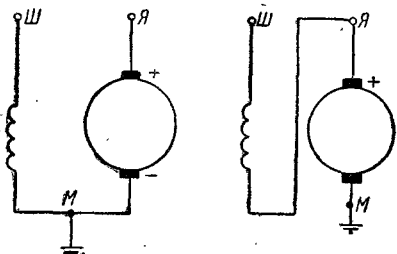


Рис. 146. Схемы автотракторных генераторов постоянного тока.

Таблица 58
Автотракторные генераторы, пригодные для использования в самодельных ветроэлектрических агрегатах

Тип генератора	Мощность, Вт	Напряжение, В	Номинальный ток, А	Начальная скорость вращения якоря, об/мин, при которой достигается		Тип реле-регулятора	Направление вращения якоря	Где используется	Примечание
				начало отдачи мощности	полная мощность				
Генераторы постоянного тока									
Г-11А	45	6	7	1450—1600	2100	РР31-А	Правое	Мотоциклы М-52, М-53 и М-72	
Г-36М Г-402	45	6	7	1200	1700	ИЖ 56СБ32 РР302 или РР31-А	Левое	Мотоцикл ИЖ-56	
	65	6	40	1350	1950		Правое	Мотоциклы М-52, М-53, М-72	
Г-22Б (В)	130	6	20	1200	2400	РР29-А	»	Автомобили «Москвич-401», мотоциклы СЗБ, СЗЛ	
		12	15	1050	1550	РР24-Д (РР-17)	»	Трактор КТ-12	
Г-А08 Г-12	190	12	18	940—1000	1500—1600	РР24-А РР24-Г	»	Автомобили ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИЛ-150, МАЗ-200, ГАЗ-69М, РАФ-977Д	
	225—250	12	18	825—900	1450—1700	РР11 (РР24-А), РР24-Г	»	ГАЗ-69, ГАЗ-69А, ГАЗ-63, ГАЗ-51, ГАЗ-47, «Урал-375», «Урал-355»	
Г-21, Г-16 (20)	225	12	18	1100—1300	1800—2200	РР24-Д	»	«Урал-355», трактор КТ-12А	
Г-42	225	12	18	1000	1600—1750	РР24-Э	»	Автомобили ЗИЛ-151, ГАЗ-69Э	
Г-112	225—250	12	18						

Тип генератора	Мощность, вт	Напряжение, в	Номинальный ток, а	Начальная скорость вращения якоря, об/мин, при которой достигается		Тип реле-регулятора	Направление вращения якоря	Где используется	Примечание
				начало отдачи мощности	полная мощность				
Г-66	250	12	20	900—1100	2100—2500	Регулятор напряжения Г66-908-77 РР23 (РР54), РР23-Б (РР56) РР8-Б, РР27	Левое	Тракторы С-80, С-100	Может работать с реле-регулятором РР24
Г-54, Г-56	350	12	28	1000—1100	1450—1750	—	Правое	Автомобили ЗИЛ-152	—
Г-8	440	12	35	1450—1600	1900—2050	—	»	КрАЗ-222 и КрАЗ-219	—
ГБФ4105, ГБФ4600	60—80	6	13	800	1600—1900	С реле обратного тока ЦБ-4118	»	Канавкопатель КШК-25	Трехщеточный
ГМ-71	400	6	17	900	2000—2300	То же	»	Автомобиль ГАЗ-67	»

Генераторы переменного тока (трехфазные)

Г-2Б	750	12	60	700—800	1700—1850	РР5	Правое	Автомобус ЗИЛ-155, ЗИЛ-158	С самовозбуждением от селеновых выпрямителей:
Г-253	475	12	38	1000—1100	2300—2600	РР115	»	Автомобус ПАЗ-652	РС-300, РС-300-А, РС-21, РС-310, РС-320, РС-29
Г-3	2000	12	160	1100—1200	2200—2600	РР103	»	Автомобус ЗИЛ-127	С самовозбуждением от постоянных магнитов
Г-46Б, Г-46В, Г-46Г	180	12	—	—	3000	—	—	Тракторы ДТ-24, КДШ-35, ДТ-14, ДТ-54, МТЗ-5ЛС	—

потребителей. Сдвиг щетки по направлению вращения якоря увеличивает отдаваемый ток, сдвиг против направления вращения — уменьшает. Щетку устанавливают в том или ином месте в зависимости от типа аккумуляторной батареи и ее состояния, т. е. от степени ее заряженности. Трехщеточные генераторы типа ГБФ или ГМ имеют напряжение 6 в, малую мощность (до 100 вт) и начинают отдавать мощность при относительно небольших скоростях вращения. Это свойство делает их удобными для использования в ветроагрегатах малой мощности, имеющих ветроколеса диаметром не более 1,5 м, закрепляемые непосредственно на валу генератора.

Автотракторные генераторы переменного тока выполняют синхронными с самовозбуждением от селеновых выпрямителей и магнитоэлектрическими с роторами в виде постоянных магнитов. Технические данные генераторов переменного тока, которые можно использовать при постройке ветроэлектрических агрегатов, приведены в таблице 58. Наиболее пригодны по своим характеристикам генераторы Г-2Б и Г-253, требующие относительно невысокой скорости вращения, а следовательно, и повышающих редукторов с меньшими передаточными отношениями. Эти генераторы работают совместно с реле-регуляторами, состоящими из реле включения, реле ограничения тока заряда и регулятора напряжения.

Аккумуляторную батарею заряжают при помощи селеновых выпрямителей, вместо которых можно использовать любые низковольтные полупроводниковые вентили с допустимым током, большим, чем предельный зарядный ток аккумуляторов.

Кроме этих генераторов, для ветроэлектрических агрегатов могут быть применены также шунтовые двигатели или генераторы постоянного тока типа ПН мощностью до 1—2 кВт. Их обмотки должны быть заменены так, чтобы генератор вырабатывал ток такого напряжения, которое необходимо для зарядки аккумуляторной батареи. Технические данные некоторых генераторов и двигателей типа ПН даны в таблице 59. Перемоткой генераторов можно снизить их номинальную скорость вращения. Однако перемотка уменьшает номинальную мощность генератора.

Можно также перемотать обмотку и автотракторных генераторов. Перемотку делают, если необходимо: а) снизить скорость вращения при заданном напряжении; б) изменить напряжение на зажимах генератора, не меняя расчетной скорости вращения; в) использовать генератор для работы на новой скорости вращения при прежнем напряжении, указанном на щитке; г) изменить скорость вращения и напряжение машины.

При этом следует иметь в виду, что во избежание перегрева обмоток не следует увеличивать магнитный поток. Например, если магнитный поток будет больше на 5%, то потери в генераторе и перегрев обмоток возбуждения повысятся на 21%.

Технические данные электрических машин постоянного тока типа ПН

Тип машины	Исполнение	Номинальная величина			Диаметр: длина конца вала, мм	Число про- водников обмотки якоря	Число витков на полюс при последовательном соединении катушек
		мощности, квт	напряже- ния, в	скорости вращения, об/мин			
Двигатели: ПН-2,5	Защищенное, на лапах	0,25	110 220	1440	12; 30	—	2500 5100
ПН-5 и ПНФ-5	Защищенное, на лапах Защищенное, фланцевое	0,52	110 220	1450	16; 40	924 1932	2500 4200
То же	То же	0,3	110	960	16; 40	1468	2500
ПН-10, ПНФ-10	» »	1,0	110 220	1420	20; 50	756 1512	2300 4200
То же	» »	0,65	110 220	980	20; 50	1080 2160	2300 4200
ПНЗ-5	Закрытое на лапах Закрытое, фланцевое	0,26	110 220	1530	16; 40	—	—
ПНЗ-10 ПНЗФ-10	То же	0,55	110 220	1440	20; 50	—	—

Продолжение

Тип машины	Исполнение	Номинальная величина			Диаметр: длина конца вала, мм	Число про- водников обмотки якоря	Число витков на полюс при последовательном соединении катушек
		мощности, квт	напряже- ния, в	скорости вращения, об/мин			
ПНЗ-17,5 ПНЗФ-17,5 ПНЗ-28,5 ПНЗФ-28,5	Закрытое, фланцевое Закрытое, на лапах Закрытое, фланцевое	0,8 4,1	110 110 220	1450 1440	25; 60 30; 80	— —	— —
Генераторы: ПН-5	Защищенное, на лапах	0,37 (0,53)	115 230	1420	16; 40	1960 4800	1500 2450
ПН-10	То же	0,85 (1,2)	115 230	1430	20; 50	1296 1700	1600 3000
ПН-17,5	» »	1,3 (1,7) 1,1 (1,4)	115 230 320	1430 —	25; 60 —	1080 2240 1320 2640	1300 2500 1500 3000

* В скобках — мощность на валу генератора.

Примечания. 1. При установке генераторов в ветроэлектрических агрегатах производят перемотку их обмоток на низкое напряжение (12 или 24 в) и используют только шунтовые обмотки возбуждения.

2. Направление вращения якоря генератора по часовой стрелке, если смотреть со стороны коллектора.

Не рекомендуется снижать магнитный поток более чем на 20—25 %, иначе незначительное изменение скорости вращения якоря будет сопровождаться большим изменением напряжения.

При изменении расчетной скорости вращения генератора его мощность должна измениться пропорционально скорости вращения. Например, если якорь генератора будет вращаться в 2 раза медленнее, то мощность генератора уменьшится примерно в 2 раза. В этом случае при оставлении старой обмотки возбуждения напряжение генератора снизится также примерно вдвое. Сохранить напряжение неизменным можно, перемотав обмотку возбуждения.

Пусковые свойства агрегата во многом зависят от момента сопротивления на валу генератора. Поэтому не рекомендуется использовать генераторы с постоянными магнитами, начальный момент сопротивления которых очень велик. У автотракторных генераторов постоянного тока, рассчитанных на работу в условиях большой тряски, щетки сильно прижаты к коллектору, вследствие чего увеличивается момент сопротивления. Поэтому пружины, прижимающие щетки, необходимо отогнуть или заменить более слабыми.

Генератор выбирают, учитывая мощность одновременно включаемых потребителей. Необходимо, чтобы его мощность была в 1,7—2,0 раза выше мощности потребителей. Это позволит эффективно использовать выработку агрегата и обеспечить потребителей энергией при длительном безветрии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ И СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВЕТРОКОЛЕСА

Для агрегатов используют обычно двух-трехлопастные колеса. Мощность, необходимая для привода генератора при расчетной скорости вращения, может быть определена из выражения:

$$P_{\text{вк}} = \frac{P_{\text{ген.н}}}{\eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{ред}}} = (1,7 \div 2,0) \cdot P_{\text{ген.н}},$$

где $P_{\text{ген.н}}$ — номинальная или расчетная мощность генератора; $\eta_{\text{г}}$ и $\eta_{\text{ред}}$ — к. п. д. генератора и редуктора.

Для районов с $V_{\text{ср. год}} = 4-6$ м/сек расчетную скорость ветра, при которой ветроагрегат развивает номинальную мощность, обычно принимают 8 м/сек. При этой скорости мощность на валу быстроходного самодельного колеса равна примерно:

$$P_{\text{вк}} = \frac{D^3}{12,5} \text{ кВт.}$$

Ветроагрегат может устойчиво работать только тогда, когда мощность на ветроколесе будет на 20—30 % выше мощности,

необходимой для привода генератора. Отсюда диаметр ветроколеса ветроагрегата:

$$D = (5,0 \div 5,7) \cdot \sqrt{P_{\text{ген.н}}} \text{ м.}$$

Или же, когда известна мощность потребителей:

$$D = (8,5 \div 11,5) \cdot \sqrt{P_{\text{потр. макс}}} \text{ м.}$$

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВЕТРОКОЛЕСА

Лопасты — наиболее важная часть ветроагрегата. От их формы и качества изготовления зависят мощность и скорость вращения колеса. Рассчитать лопасти сложно, поэтому используют готовые профили, имеющие высокий коэффициент использования энергии ветра и требуемую быстроходность. Нужно лишь определить их размеры по мощности и размерам известных лопастей.

Для малых агрегатов обычно используют двухлопастное колесо с коэффициентом использования энергии ветра $\xi_{\text{макс}} = 0,35$ и быстроходностью $Z_n = 7$. Быстроходность — это отношение окружной скорости конца лопасти к скорости ветра $Z_n = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{60 \cdot V}$. Поэтому для колес одинаковой быстроходности скорость вращения обратно пропорциональна диаметру.

Скорость вращения колеса, нагруженного в соответствии с его максимальной мощностью (при максимальном коэффициенте использования энергии ветра), может быть определена по формуле:

$$n = \frac{60 \cdot Z_n \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

При расчетной скорости ветра 8 м/сек и быстроходности $Z_n = 7$ скорость вращения:

$$n = \frac{1070}{D} \text{ об/мин.}$$

Когда быстроходность колеса и расчетную скорость ветра принимают другими, скорость вращения необходимо определять по общей формуле.

Шаблоны в натуральную величину для изготовления лопастей ветроколеса диаметром 1,2; 2,0 и 2,5 м показаны на рисунке 147 (см. вкладку в конце книги), а координаты для построения шаблонов лопастей колеса $D = 1$ м — в таблице 60. Схема расположения координат дана на рисунке 148.

При построении профилей лопасти для колеса диаметром, не равным 1 м, необходимо все размеры, указанные в таблице 60, изменить, умножив их на диаметр изготавливаемого колеса (в метрах). Неизменными остаются только величины углов заклинивания в каждом сечении лопасти, а также число сечений. Так, например,

№ сечения лопасти (рис. 147)	Угол закрутки лопасти, град	Расстояние сечения лопасти от центра ветроколеса «г», мм	$\frac{R}{r}$	Ширина лопасти в данном сечении, мм	Толщина лопасти в данном сечении, мм	Обозначения координат	Величины координат профилей по их сечениям, мм									
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	14	125	0,25	82,2	15,0	x y y'	0 6,10 6,10	2,08 9,00 3,42	4,16 10,40 2,50	8,25 12,00 1,66	16,50 14,18 0,83	24,60 15,00 0,33	40,80 13,66 0,00	57,50 9,83 0,00	73,80 4,58 0,00	82,20 0,50 0,00
II	10	200	0,4	70,5	12,2	x y y'	0 4,90 4,90	1,83 7,50 2,75	3,50 8,40 2,08	7,08 9,65 1,25	14,10 11,50 0,5	21,20 12,15 0,21	35,00 11,65 0,00	49,20 7,92 0,00	63,30 3,66 0,00	70,50 0,41 0,00
III	6,5	300	0,6	55,0	8,8	x y y'	0 3,46 3,46	1,33 5,42 1,83	2,75 6,00 1,33	5,50 7,00 0,83	11,00 8,33 0,41	16,50 8,80 0,00	27,50 8,17 0,00	33,40 5,50 0,00	47,00 2,50 0,00	55,00 0,33 0,00
IV	4,8	400	0,8	40,0	5,4	x y y'	0 1,58 1,58	1,00 3,16 1,00	2,00 3,66 0,67	4,00 4,42 0,414	8,00 5,08 0,00	12,00 5,42 0,00	20,00 4,67 0,00	28,00 3,30 0,00	35,80 1,66 0,00	40,00 0,25 0,00
V	3,5	475	0,95	27,0	3,0	x y y'	0 1,0 1,0	0,67 1,73 0,54	1,35 2,08 0,40	2,70 2,50 0,13	5,40 2,70 0,00	8,10 2,98 0,00	13,50 2,36 0,00	18,90 1,68 0,00	24,30 0,67 0,00	27,00 0,17 0,00

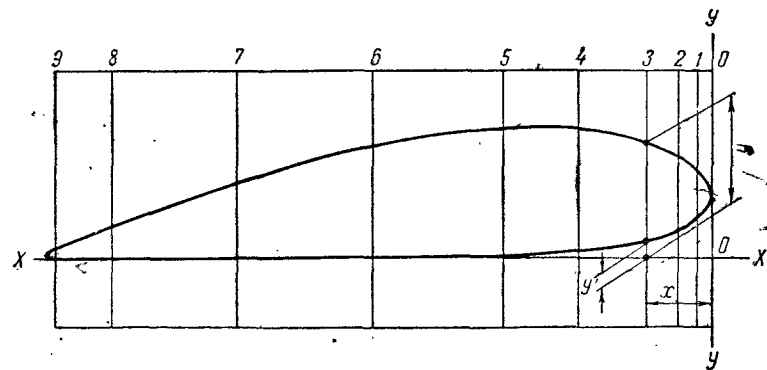


Рис. 148. Схема расположения координат для построения профилей сечения лопастей двухлопастного ветроколеса ($Z_H = 7$).

для колеса $D = 2$ м расстояние сечения 2 лопасти от центра $r_2 = 200 \times 2 = 400$ мм, ширина лопасти b_2 в этом сечении равна $70,5 \cdot 2 = 141,0$ мм, а толщина лопасти равна $12,2 \times 2 = 24,4$ мм.

Для построения профиля сечения 2 лопасти необходимо провести горизонтально ось $X-X'$, а перпендикулярно к ней оси $Y-Y'$ для всех сечений профиля, отстоящих от нулевого на расстоянии x (рис. 148). Значения x равны величинам, указанным в таблице 60 для данного сечения лопасти, умноженным на диаметр ветроколеса, выраженный в метрах.

Так, например, для сечения II (см. рис. 147) лопасти того же ветроколеса диаметром 2 м координаты сечения 3 (рис. 148) профиля будут следующими: $x_3 = 7,08 \cdot 2 = 14,16$ мм; $y_3 = 9,65 \times 2 = 19,3$ мм и $y'_3 = 1,25 \cdot 2 = 2,5$ мм. Величины y_3 и y'_3 , отложенные на оси $Y-Y'$, определяют точки верхней и нижней дужек профиля сечения 3.

В таблице 61 приведены мощность и скорость вращения двухлопастных колес $Z_H = 7$ в зависимости от скорости ветра.

Деревянная лопасть. Лопасть изготавливают из четырех хорошо просушенных сосновых, кленовых или липовых досок, которые не должны иметь больших сучков, искривленных слоев, гнили или синеватости. Длина досок должна быть на 4—5 см больше длины лопасти, а при изготовлении цельных двухлопастных колес — больше диаметра ветроколеса. Доски обрабатывают фуганком под склейку. Клеют доски казеиновым клеем, на который не действует влага. Для шероховатости склеиваемые поверхности обрабатывают крупной стеклянной шкуркой. После этого 300—400 г свежего казеинового клея в порошке всыпают в какую-либо посуду и, постепенно наливая в него кипяченую охлажденную воду, непрерывно мешают смесь. Получив однородную массу, дают ей отстояться 10—15 мин, после чего, подливая воду, доводят клей до состояния, напоминающего жидкую сметану.

Таблица 61

Мощность и скорость вращения двухлопастных ветроколес в зависимости от скорости ветра ($Z_H = 7$; $\xi_{\max} = 0,35$)

Диаметр ветроколеса D , м	Отношение $\frac{P}{n}$ мощности в кВт к числу оборотов колеса в мин при скорости ветра, м/сек				
	4	5	6	7	8
1,0	0,040 535	0,021 672	0,037 805	0,058 935	0,087 1070
1,2	0,015 446	0,030 560	0,053 670	0,083 780	0,122 895
1,3	0,018 412	0,035 515	0,062 620	0,097 720	0,148 825
1,5	0,024 358	0,048 446	0,082 535	0,130 625	0,192 715
2,0	0,040 267	0,084 336	0,148 403	0,232 467	0,348 535
2,5	0,062 213	0,131 268	0,230 322	0,362 374	0,543 430
3,0	0,098 179	0,183 223	0,327 268	0,520 312	0,780 357
3,5	0,132 153	0,257 192	0,445 230	0,708 268	1,03 306
4,0	0,160 134	0,336 168	0,593 202	0,930 234	1,39 268

Примечание. Данные приведены с учетом фактических показателей, полученных при испытаниях ветроколеса диаметром 1,2 м.

Клей наносят кистью и быстро распределяют его по доскам ровным слоем. Промазанные клеем доски кладут одну на другую и стягивают струбцинами или закручивают проволокой. В местах стягивания досок подкладывают дощечки. Затем доски сушат в течение двух суток в сухом помещении с нормальной температурой. Изготовление заготовки для ветроколеса заканчивают обработкой фуганком боковых поверхностей. Заготовку предварительно обрабатывают по шаблону, изготовленному из плотной бумаги или картона и наколотому на поверхность заготовки. В зависимости от выбранного диаметра колеса шаблоны заготовки приведены на рисунке 147, а толщина заготовки — в таблице 62.

На вырезанной заготовке лопасти в ее центре сверлят отверстие диаметром 16—18 мм. Обработку ведут по шаблону на контрольной доске шириной не менее 250 мм при изготовлении лопасти диаметром 2,5 м и на доске меньшей ширины при выполнении

лопастей меньшего диаметра. В центральном отверстии доски закрепляют шпильку диаметром 16—18 мм с двумя гайками. Вдоль доски наносят осевую линию, а поперек ее на расстояниях r_1 ; r_2 ; r_3 и т. д. делают канавки глубиной 8—10 мм и шириной, соответствующей толщине шаблонов, которые будут вставляться в эти прорезы.

Шаблоны изготавливают из фанеры толщиной 4—6 мм, нарезанной прямоугольниками размером 250×80 мм, на которых проводят осевые X—X и Y—Y, строго перпендикулярные одна к другой и параллельные сторонам прямоугольников, как это показано на рисунке 149. Ось X—X должна быть смещена и отстоять от одной из кромок прямоугольника на расстоянии 100 мм. Пересечение осей образует центр профиля сечения лопасти.

Пользуясь рисунком 147, наносят и вырезают контуры профилей, после чего шаблоны разрезают на две части, как это показано на рисунке. При сложении двух половин контур выреза должен точно совпадать с профилем.

При помощи шаблонов, которые устанавливают в прорезы контрольной доски, ведут дальнейшую обработку. Нижние половины шаблонов устанавливают в прорезах доски так, чтобы оси X—X шаблонов находились точно на одной высоте до доски, а оси Y—Y совпадали с осью лопасти, нанесенной на контрольной доске.

Кромки нижней части шаблонов смазывают краской и на них опускают заготовку лопасти, надевая ее отверстием на шпильку в контрольной доске и смещая продольную ось заготовки с осью доски.

В местах соприкосновения заготовки с шаблонами останется след краски. Заготовку снимают со шпильки и в местах отпечатков краски вырезают стамеской канавки шириной 8—10 мм и

Таблица 62

Приближенные размеры заготовок лопасти

Диаметр ветроколеса, м	Величина «а» в мм по сечениям					Величина «б» (см, рис. 147) в мм по сечениям					Толщина заготовки по сечениям, мм				
	1					1					1				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1,2	150	240	360	480	576	97	94	65	50	34	28	26	22	19	18
1,5	188	300	450	600	720	127	109	86	63	43	37	33	28	25	24
2,0	250	400	600	800	960	165	137	108	78	52	47	43	37	34	33
2,5	312	500	750	1000	1200	200	170	134	97	68	58	51	45	41	39

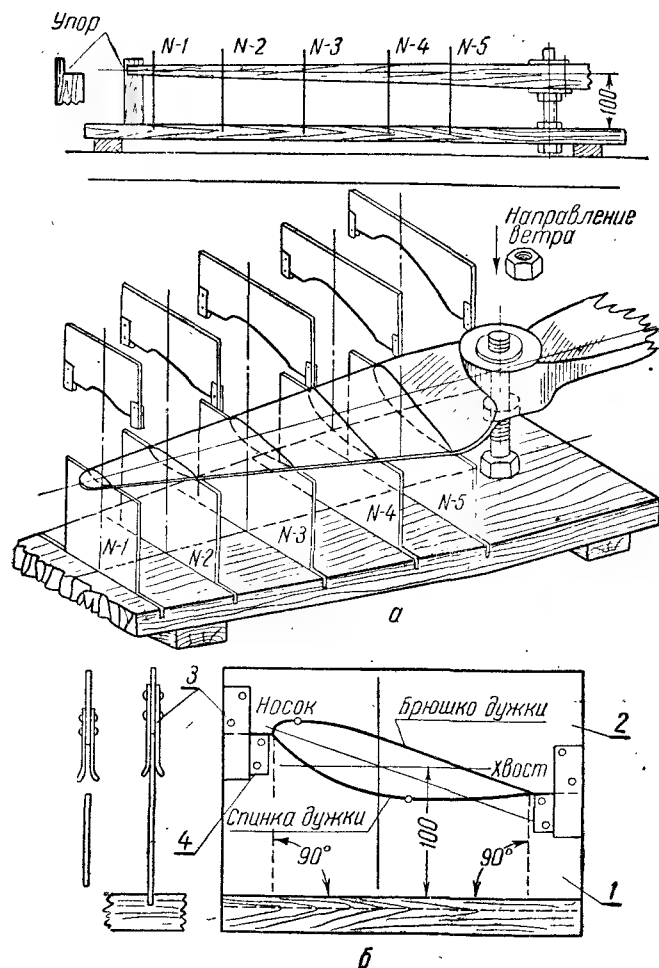


Рис. 149. Шаблоны для изготовления деревянных лопастей ветроколеса:

а — контрольная доска с шаблонами и ветровинтом; б — шаблон; 1 — нижний шаблон; 2 — верхний шаблон; 3 — направляющие планки; 4 — упорная планка.

глубиной 3—5 мм. Шаблон снова смазывают краской и вновь кладут лопасть. В местах отпечатков краски опять делают углубления на 2—3 мм. Эти операции проделывают до тех пор, пока вырезы на заготовке не сойдутся с профилями нижнего шаблона. После этого снимают заготовку, наворачивают на шпильку две гайки и вновь, надев заготовку и установив ее на прежнее место на шаблонах, подводят гайку под нижнюю часть ступицы будущей

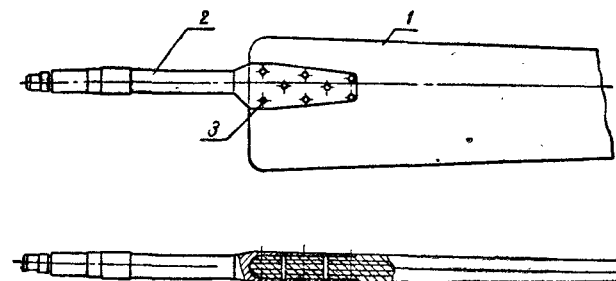


Рис. 150. Крепление деревянной лопасти на металлическом махе:

1 — лопасть; 2 — державка с махом; 3 — вакленка.

лопасти. Эту гайку контрят другой и не отвертывают ее до конца изготовления лопасти. Заготовку приподнимают на шпильке (не снимая с нее), поворачивают ее вокруг оси шпильки на 180° и обрабатывают тем же способом вторую половину заготовки лопасти до полного прилегания плоскостей всех сечений к нижней части шаблонов.

Верхние поверхности лопасти обрабатывают по верхним половинам шаблонов так же, как при обработке нижней части. После этого на обеих лопастях должно получиться по пяти поясков, сечения которых соответствуют профилям лопасти. Оставшуюся необработанную часть заготовки осторожно снимают рубанком до линии краски на поясах. Поверхность лопасти окончательно шлифуют наждачной бумагой, покрывают двумя слоями нитрогрунтовки, неровности зачищают наждачной бумагой и лопасти окрашивают нитрокраской в два слоя. Лопасти можно покрывать 3—4 слоями клея БФ-2 с последовательным просушиванием каждого слоя.

Готовое ветроколесо балансируют, нанося дополнительно краску на более легкую лопасть. Для балансировки лопасть надевают на круглый стержень, который кладут на две пластинки, поставленные на ребро на расстоянии 60—70 мм одна от другой. Если ветроколесо делают с поворотными лопастями, то в изготовленном колесе вырезают ступицу, а лопасти 1 (рис. 150) закрепляют на металлических махах с помощью державки 2, которую приклепывают к лопасти стальными заклепками 3 или привертывают болтами.

Для приклепывания лопасть с надетым махом необходимо установить снова в шаблоны и добиться, чтобы ось маха отстояла от контрольной доски на расстоянии, равном высоте центра шаблонов. В этом положении державку маха закрепляют на лопасти. При этом должен быть выдержан радиус ветроколеса.

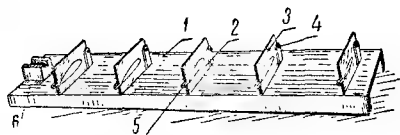


Рис. 151. Стапель:

1 — швеллер, 2 — нижний шаблон; 3 — верхний шаблон; 4 — ось шарнира; 5 — стягивающий болт; 6 — бобышка для маха

Для получения нужного профиля лопасти изготавливают болванку и стапель. Болванка представляет собой отрезок лопасти, изготовленный так же, как лопасть из дерева твердой породы (бук, дуб или в крайнем случае сосна). На болванке обколачивают и формуют верхнюю половину обшивки лопасти. Стапель — это кусок швеллера 1 (рис. 151), к которому приварены шаблоны. Нижний 2 и верхний 3 шаблоны соединяют болтом, пропущенным через петли.

Обшивку лопасти, предварительно выгнутой на болванке, закладывают в стапель, стягивают шаблонами и ее кромки соединяют заклепками диаметром 3—4 мм. После этого обшивку вынимают из стапеля, обрезают лишние кромки, пропаявают края и окрашивают лопасть внутри, заливая в нее нитрогрунтовку.

Затем обшивку опять ставят в стапель и заводят в нее коробчатый лонжерон, изготавливаемый при помощи шаблона, представляющего собой клин, толщина которого убывает к концу лопасти. Сверлят отверстие под заклепки, соединяющие лонжерон с обшивкой. Заклепки расклепывают, используя металлический клин, на котором изгибают лонжерон. Шаг заклепок 25—30 мм.

В лонжерон 3 (см. рис. 87) вставляют круглый мах 2, концы которого закрепляют в бобышке 6 (рис. 151) стапеля. Круглый мах и лонжерон склепывают заклепками диаметром 5—6 мм, которые пропускают сквозь мах и обшивку. Шаг заклепок 30—40 мм. Мах лопасти должен при этом заходить внутрь обшивки на $\frac{1}{3}$ ее длины. Открытую часть обшивки желательно закрыть колпаком, который приклепывают или припаивают к обшивке и плотно пригоняют к маху для создания герметизации лопасти. Готовые лопасти балансируют, напаяв олово на их концах. Лопасти покрывают нитрогрунтовкой и красят нитрокраской в два слоя.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВЕТРОКОЛЕСА

Ограничение скорости вращения и мощности ветроколеса может быть выполнено четырьмя способами: 1) выводом колеса из-под ветра (как в агрегате ВЭА-1); 2) торможением его с помощью

кинематически связанных открывков на концах лопастей; 3) поворотом лопастей вокруг продольных осей под действием центробежного регулятора (как в агрегатах ВЭ-2М или ВЭ-2); 4) поворотом колеса из-под ветра в горизонтальной плоскости под действием давления ветра на боковой план (как в агрегате «Буря»). Этот способ нежелательно применять для двухлопастного колеса, так как возможны тряска агрегата и неустойчивая его работа.

Для агрегата с диаметром колеса не более 1,5 м можно не иметь регулятора скорости вращения. Надежная работа такого агрегата будет зависеть от работы генератора и его соединения с аккумуляторной батареей.

Ветроколесо диаметром 1,5 м с $Z_n = 7$ будет развивать при полной загрузке и скорости ветра 8 м/сек около 700 об/мин, а при скорости ветра 25 м/сек и той же загрузке — 3000 об/мин. Если же будет нарушена связь с генератором или аккумуляторной батареей, то колесо начнет вращаться с синхронной скоростью, т. е. в 2—2,3 раза выше нормальной, и достигнет 6—6,5 тыс. оборотов в мин, что недопустимо.

Агрегат, работающий без регулятора скорости вращения, необходимо обязательно останавливать при скорости ветра выше 18—20 м/сек. Колесо агрегата должно обладать большой прочностью и высоким качеством изготовления.

При регулировании выводом ветроколеса из-под ветра, как это сделано в агрегате ВЭА-1 (см. рис. 101), колесо закрепляют непосредственно на валу генератора. Оно должно иметь расчетную мощность и скорость вращения, соответствующие параметрам выбранного генератора. Регулировка момента начала ограничения скорости вращения и мощности достигается подбором противовеса и соответствующим расположением его на рычаге. В отдельных случаях исключают противовес и, наоборот, увеличивают вес головки агрегата или длину подвески. В регуляторе нет пружин и сложных рычажных соединений, поэтому изготовление агрегата несложно. Эта система может быть применена в агрегате, диаметр колеса которого не более 2 м. При большем

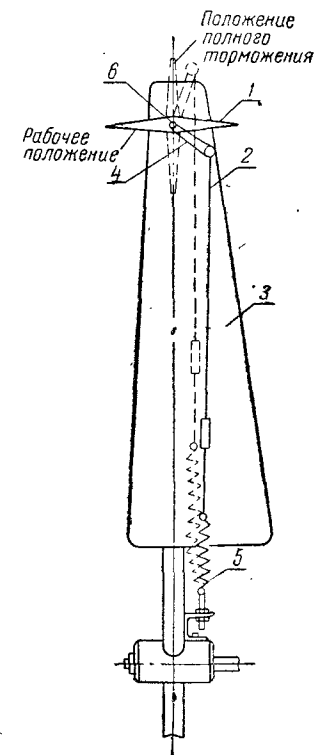


Рис. 152. Схема ограничения скорости вращения ветроколеса при помощи открывков:

1 — открывок; 2 — тяга; 3 — лопасть; 4 — рычаг; 5 — пружина; 6 — ось открывка.

диаметре требуется значительно увеличить длину подвески, что приводит к утяжелению агрегата и ухудшению его работы. Кроме того, необходимо устанавливать специальные тихоходные генераторы.

Колесо в этой системе, будучи отклоненным порывом ветра, возвращается в исходное положение с большой скоростью, вследствие чего подвеска ударяется о буфер (устройство которого обязательно), возрастают гироскопические нагрузки, что может вызвать поломку лопастей.

Устройство тормозных открьлков 1 (рис. 152) простое, но при этом требуется увеличить прочность лопастей, которые будут воспринимать также центробежные силы, действующие на открьлки. Открьлки помещают на расстоянии 0,7—0,75 радиуса ветроколеса от оси его вращения и делают сдвоенными, чтобы уменьшить их величину.

Для колеса диаметром более 4 м желательно иметь по две пары открьлков.

При расчете открьлков принимают, что они должны при повороте на 90° поглощать избыточный момент на колесе при максимальной скорости ветра и ограничивать скорость вращения заданной величиной.

Площадь одного открьлка определяют по формуле:

$$S_{\text{откр}} = \frac{\bar{M} \cdot \pi \cdot R^3 (V_2^2 - V_1^2)}{m \cdot C_x (\omega_{\text{макс}}^2 \cdot R_1^2 + V_2^2)} \text{ м}^2,$$

где $\bar{M}$ — относительный момент двухлопастного быстроходного колеса в пределах 0,05—0,06;

V_1 — расчетная скорость ветра, равная 8 м/сек;

V_2 — максимальная скорость ветра, равная 20 м/сек;

m — число открьлков;

R — радиус ветроколеса, м;

R_1 — расстояние от оси ветроколеса до оси открьлка, м;

C_x — коэффициент сопротивления открьлков при повороте на 90°, равен 1;

$\omega_{\text{макс}}$ — максимально допустимая угловая скорость, которая принимается равной $1,25 \cdot \frac{Z_n \cdot V_1}{R}$.

Предварительную затяжку пружины регулятора подсчитывают по формуле:

$$P_{\text{макс}} = \frac{Q \cdot n_{\text{рег}}^2}{2560} \cdot D,$$

а максимальное усилие пружины — по формуле:

$$P'_{\text{макс}} = \frac{Q \cdot n_{\text{рег}}^2}{1640} \cdot D,$$

где Q — вес тяги и рычага открьлка, приведенный к центру оси открьлка, кг;

D — диаметр ветроколеса, м;

$n_{\text{рег}}$ — число оборотов ветроколеса в минуту в начале работы регулятора.

При подсчете принимают $Z_n = 7$, $V_{\text{расч}} = 8 \text{ м/сек}$ и $R_1 = 0,7R$.

Данные для определения конструктивных показателей открьлков быстроходных двухлопастных ветроколес и подбора пружин регулятора приведены в таблице 63. Устройство регулятора с тормозными открьлками показано на рисунке 153.

Колесо может быть установлено тормозом так же, как в агрегате ВЭ-2. Однако в агрегатах с ветроколесом, имеющим диаметр более 2,5 м, остановка торможением нежелательна, так как она может привести к поломкам агрегата. В этом случае можно использовать устройство, обеспечивающее возможность принудительного поворота тормозных открьлков. В нем подтормаживание диска приводит к сжатию пружины регулятора и повороту открьлков на полное торможение.

Устройство регулятора скорости вращения поворотом лопастей приведено на рисунке 29 (агрегат ВЭ-2М).

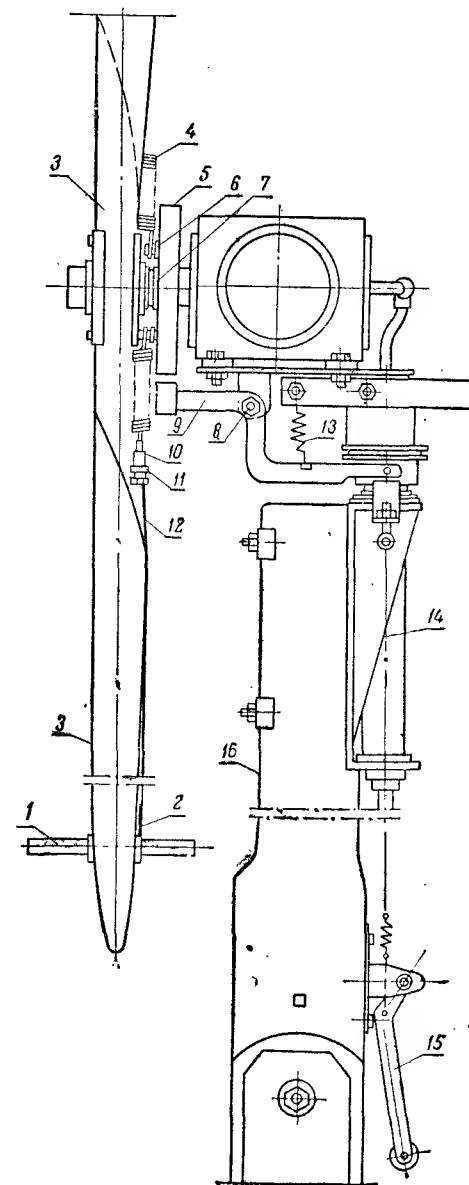


Рис. 153. Регулятор скорости вращения с тормозными открьлками:

1 — открьлок; 2 — рычаг открьлка; 3 — лопасть; 4 — пружина регулятора; 5 — диск; 6 — палец; 7 — вал ветроколеса; 8 — ось тормозного рычага; 9 — тормозной рычаг; 10 — болт натяжения пружины; 11 — кронштейн; 12 — тяга регулятора; 13 — возвратная пружина; 14 — трос остановки; 15 — рычаг ручной остановки; 16 — столб.

Данные для определения конструктивных показателей открывателей и подбора пружин регулятора
быстроходных дефлекторных ветроколес (Z_в = 7)

Показатели	Диаметр ветроколеса, м					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
Общая площадь открывков, м ²	0,018	0,035	0,060	0,096	0,145	
Число открывков ветроколеса	4	4	4	4	4	
Площадь одного открывка, м ²	0,0045	0,0087	0,015	0,024	0,036	
Длина открывка, м	0,120	0,150	0,220	0,270	0,300	
Ширина открывка, м	0,037	0,060	0,077	0,090	0,120	
Расстояние от оси ветроколеса до оси открывка R ₁ , м	0,75—0,7	0,95—0,88	1,10—1,05	1,30—1,20	1,50—1,40	
Максимальная допустимая угловая скорость, обеспечиваемая открывками при скорости ветра 20 м/сек, 1/сек	70	56	46	40	35	
Скорость вращения ветроколеса в начале работы регулятора, об/мин	550	450	370	320	280	
Предельная скорость вращения, ограничиваемая регулятором при скорости ветра 20 м/сек, об/мин	690	565	465	400	365	
Относительная величина предварительной затяжки пружины регулятора в момент начала его работы ($P_{\text{макс}}/Q$)	340 · R ₁	224 · R ₁	154 · R ₁	114 · R ₁	87,5 · R ₁	
То же, в момент полного открытия воздушных тормозов ($P'_{\text{макс}}/Q$)	530 · R ₁	350 · R ₁	240 · R ₁	180 · R ₁	137 · R ₁	

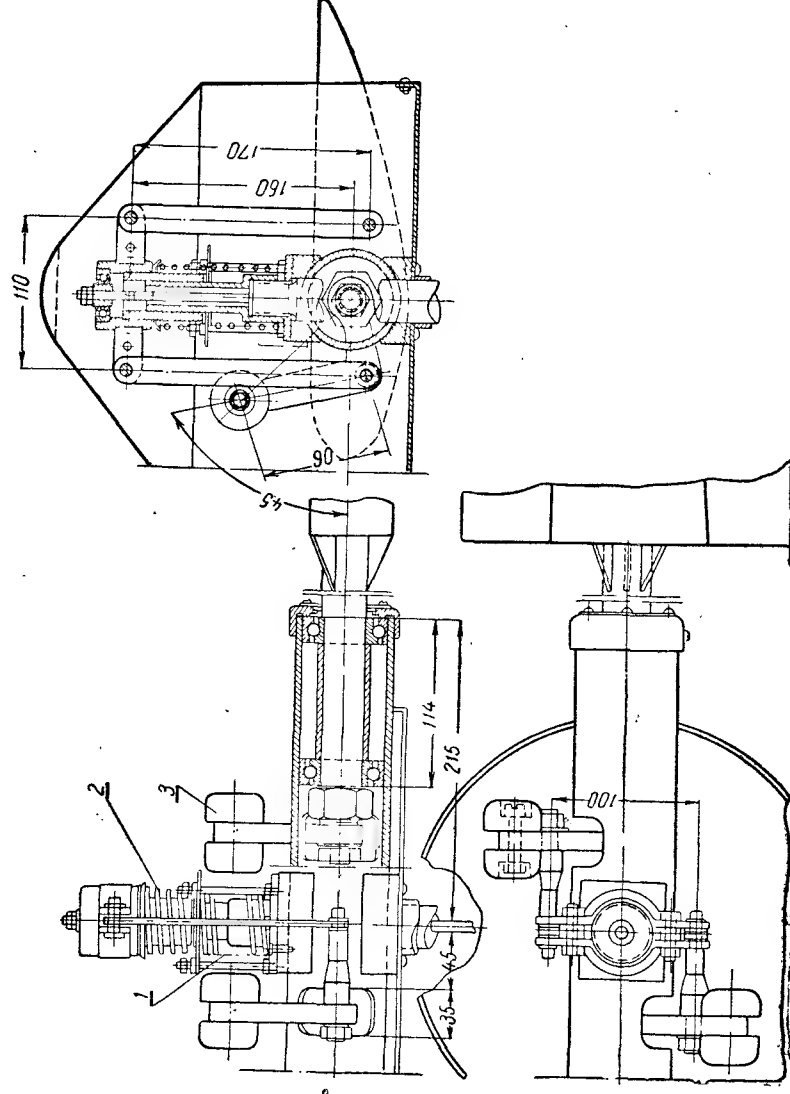


Рис. 154. Регулятор ветроэлектрического агрегата Д-4 с ветроколением диаметром 4 м и полыми металлическими лопастями:
1 — рабочая пружина; 2 — пусковая пружина; 3 — груз.

Размеры элементов регулятора ветроэлектрического агрегата Д-4 с колесом диаметром 4 м и полыми металлическими лопастями приведены на рисунке 154.

Величина грузов регулятора должна быть уточнена при наладке регулятора, так как фактические характеристики лопастей могут отличаться от тех, которые имеются в агрегате Д-4.

При выполнении регуляторов с поворотом лопастей вокруг осей необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы длины парных рычагов и тяг, расстояния отверстий муфт от оси были одинаковыми. При установке угла заклинения каждой лопасти необходимо добиваться, чтобы эти углы, замеренные на расстоянии $0,8R$, разнились один от другого на величину, не превышающую $0,5^\circ$.

Расхождения в длинах рычагов и тяг и особенно в углах лопастей приводят к плохой работе регулятора, тряске агрегата и в результате к аварии.

Для быстроходных колес, имеющих поворотные лопасти, желательно, чтобы каждая лопасть имела свою пружину регулирования и не была связана кинематически с другой лопастью, так как такие колеса и их регуляторы будут ненадежны в работе.

УСТАНОВКА ВЕТРОКОЛЕСА НА ВЕТЕР

В агрегатах малой мощности ветроколесо устанавливают на ветер обычно при помощи хвоста, связанного с поворотной головкой.

Вылет хвоста и величину площади оперения выбирают так, чтобы при изменении направления на угол $10-20^\circ$ относительно оси вращения колеса, он мог повернуть головку. Ферму или трубу хвоста закрепляют позади головки перпендикулярно плоскости вращения ветроколеса, а оперение — вертикально. Для облегчения трубы хвоста и повышения ее прочности ставят растяжку, идущую от головки к серье трубы возле оперения. Оперение снабжают подкосами и ребрами, что исключает его колебания при работе.

Вылет хвоста и площадь хвостового оперения S принимают в зависимости от способа регулирования скорости вращения и диаметра ветроколеса D .

Наиболее приемлемой является форма хвостового оперения, показанная на рисунке 155. Там же приведены размеры бокового плана, хвоста и величина их вылета для агрегатов с выводом колеса из-под ветра.

Кроме установки колеса на ветер при помощи хвоста может быть применена установка путем расположения ветроколеса за мачтой, как это выполнено в агрегате ВЭА-1 (см. рис. 101). Вылет ветроколеса относительно оси мачты может быть принят равным

$(0,12-0,13) D$. Однако недостатком этой установки является большая угловая скорость и частые повороты головки при изменениях направления ветра.

Конструкция поворотных устройств для установки ветроколеса на ветер и опор головки приведены на рисунках 30, 86 и 101. В качестве опорного и радиальных подшипников могут быть использованы насыпные шариковые опоры, а также текстолитовые втулки и шайбы.

Ниже приводятся примеры постройки простейших ветроэлектрических агрегатов.

БЕЗРЕДУКТОРНЫЙ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ Д-1,2

В этом агрегате двухлопастное ветроколесо 2 (рис. 156) диаметром 1,2 м посажено на вал генератора. Оно не имеет регулятора скорости вращения. Монтажная схема ветроэлектрического агрегата приведена на рисунке 157, а, а принципиальная электрическая схема и компоновка реле и приборов на электрическом щитке — на рисунке 157, б.

Деревянное двухлопастное колесо 2 (см. рис. 156) изготовляют, как изложено ранее. Для усиления втулки и предохранения ее от смятия она имеет спереди накладку 4, а сзади тормозной шкив 3, который привернут к лопасти двумя болтами. Ветроколесо посажено на вал генератора 1 и закреплено гайкой, законтренной шайбой. Генератор прикреплен к опоре 16 хомутом 5. Опора сделана из двухдюймовой трубы длиной 200 мм, к которой приварено седло, изготовленное из полосовой стали 100×4 мм. Опора генератора надета на трубу 15 и может поворачиваться на ней,

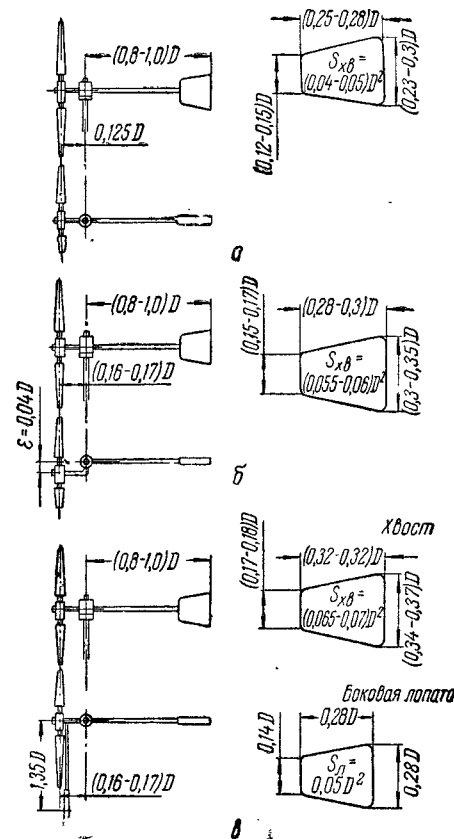


Рис. 155. Размеры площади и вылета хвоста при регулировании мощности ветроагрегата:

а — поворотом лопасти вокруг своей оси; б — выводом ветроколеса из-под ветра при помощи эксцентриситета; в — выводом ветроколеса из-под ветра при помощи бокового плана.

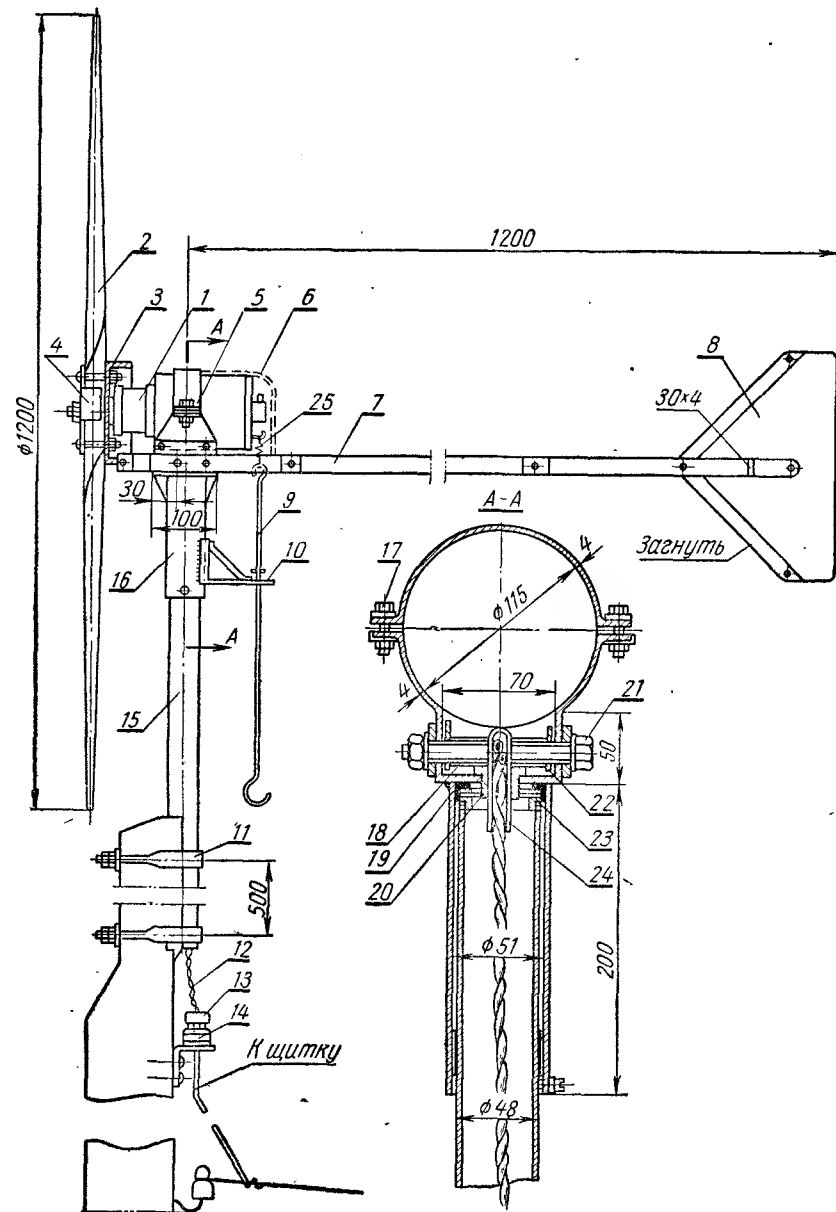


Рис. 156. Ветроэлектрический агрегат Д-1,2 с генератором ГВФ-400: название позиций см. в таблице 64.

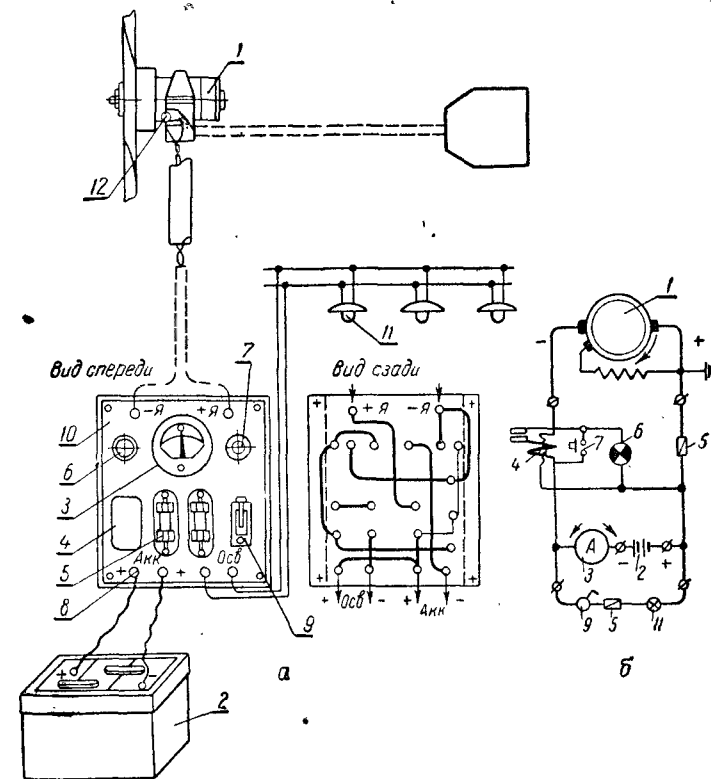


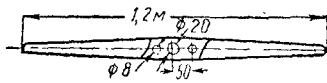
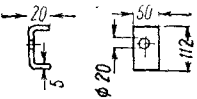
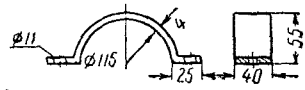
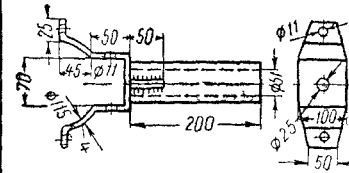
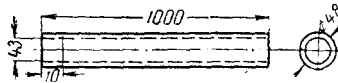
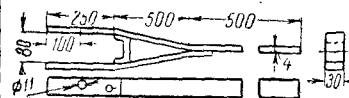
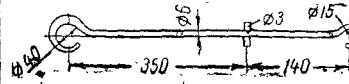
Рис. 157. Монтажная (а) и электрическая (б) схемы электрооборудования ветроэлектрического агрегата Д-1,2:

1 — генератор; 2 — аккумуляторная батарея 3-СТ-80; 3 — амперметр 15-0-15а; 4 — реле обратного тока ЦБ; 5 — предохранитель; 6 — сигнальная лампа 12 в, 3 вт; 7 — пусковая кнопка; 8 — зажим (диаметр 6 мм); 9 — выключатель; 10 — текстолитовая панель (толщина 5 мм); 11 — лампа 6 в, 10-15 вт; 12 — винт массы.

вследствие чего агрегат может при помощи хвоста, состоящего из штанги 7 и оперения 8, устанавливаться на ветер. На конец опорной трубы при надевании опоры кладут прокладку из латуни толщиной 1-1,5 мм, на которой вращается опора. Эта прокладка вместе с кольцом 19, втулкой 20 и трубой 15 образует опорный подшипник.

Агрегат останавливают тормозом, состоящим из тормозного шкива 3 и скобы, изогнутой по величине внешнего радиуса шкива и приклепанной к рычагу 22, охватывающему опору генератора и поворачивающемуся на болте 21. В перемычке рычага 22 имеются два отверстия, в которые пропускают возвратную пружину 25 и крючок тяги 9 ручной системы остановки. Для остановки ветро-

Спецификация деталей ветроэлектрического агрегата Д-1,2

№ позиции на рисунке 156	Количество	Наименование	Технические данные	Материал
1	1	Генератор постоянного тока	ГБФ 400, 6 в; 80 вт, 800—3000 об/мин	—
2	1	Ветроколесо		Сосна клееная
3	1	Тормозной шкив		Ст. 3
4	1	Накладка		То же
5	1	Хомут		» »
16	1	Опора головки		» »
15	1	Опорная труба		» »
7	1	Штанга хвоста		» »
9	1	Тяга тормоза		» »

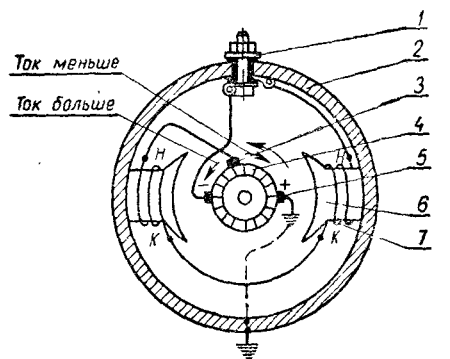


Рис. 158. Монтажная схема генератора ГБФ-400:

1 — вывод; 2 — корпус; 3 — третья щетка; 4 — коллектор; 5 — основная щетка; 6 — полюс; 7 — обмотка возбуждения.

ла отдачи энергии при меньшей скорости ветра необходимо увеличить количество витков обмотки возбуждения 7 (рис. 158) на полюсах и ослабить давление щеток 3 и 5 на коллектор 4. Для этого, отвинтив винты крепления полюсов, снимают обмотку и наматывают в направлении основной обмотки дополнительно 40 витков провода. Место соединения пропаивают оловом с канифолью (кислоту применять нельзя) и тщательно изолируют. Обмотку изолируют и ставят ее на место. Так как обмотка теперь увеличилась в объеме и занимает больше места, крышки 1 и 2 генератора крепят, как показано на рисунке 159. Пружины щеткодержателей заменяют более слабыми, снижая тем самым износ щеток и потери на трение щеток о коллектор.

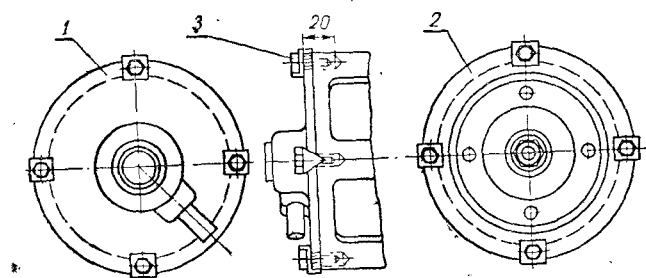


Рис. 159. Крепление крышек к корпусу генератора ГБФ-400:

1 — задняя крышка; 2 — передняя крышка; 3 — болт (диаметр 6 мм, длина 20 мм).

№ пози- ции на ри- сунке 156	Количе- ство	Наименование	Технические данные	Материал
10	1	Кронштейн		Ст. 3
17	3	Болт		То же
6	1	Кожух		Жесть
8	1	Оперение хвоста		Жесть тол- щиной 1 мм
21	1	Болт		Ст. 3
19	1	Кольцо		Латунь
20	1	Втулка		Текстолит
18	1	Распорная втулка		Ст. 3
23	1	Упорная втулка		То же
22	1	Тормозной рычаг		» »
11	2	Хомут с четырьмя гайками		» »

№ пози- ции на ри- сунке 156	Количе- ство	Наименование	Технические данные	Материал
25	1	Пружина		—
24	0,5 м	Резиновая трубка	Внутренний $\varnothing$ 10 мм	—
12	3 м	Гибкий провод	Сечение $2 \times 2,5$ мм ²	—
13	1	Штепсельная вил- ка	Двухполюсная	—
14	1	Штепсельная ро- зетка	—	—

ГЛАВА 24

Самодельные ветронасосные агрегаты

Для подъема воды из неглубоких водоисточников можно использовать ветродвигатель, работающий с поршневым насосом одинарного действия или с инерционным насосом. На шахтных колодцах можно применить ветродвигатель с ленточным или шнуровым водоподъемником. Для подъема воды из глубины до 5—6 м используют также диафрагменный насос (помпу), у которого всасывание воды из колодца происходит вследствие разрежения, создаваемого резиновой диафрагмой в камере насоса. Агрегат с таким насосом разработан в лаборатории ветроиспользования ВИЭСХ. Однако конструкция этого агрегата более сложная, и изготовить его труднее, чем другие ветронасосные установки.

ВЕТРОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА С ПОРШНЕВЫМ НАСОСОМ

Состоит из пяти основных частей: ветроколеса, головки с хвостом и бокового плана, опоры (башни) и насоса. Принципиальная схема установки показана на рисунке 160. Во многом она похожа на схему насосного агрегата ТВМ-3. Наиболее простая конструкция получается тогда, когда штанга 9 приводится в возвратно-поступательное движение непосредственно от кривошипного вала колеса, минуя промежуточную передачу. При такой схеме для надежной работы насоса нужно, чтобы колесо делало не больше 35—45 об/мин. Чтобы сделать тихоходное колесо, число лопастей 1 (рис. 161) берут от 8 до 12, диаметр колеса — 2—2,5 м. Лопасты изготовляют из стального листа толщиной 1,5—

2 мм или из многослойной фанеры и окрашивают масляной краской или нитрокраской.

Углы лопастей регулируют на полностью собранном агрегате так, чтобы число оборотов ветроколеса в минуту не превышало 45. Для уменьшения скорости вращения углы лопастей увеличивают, и, наоборот, если нужно, чтобы число качаний штанги было больше, уменьшают углы установки лопастей. При этом надо иметь в виду, что агрегат будет начинать работать при более высоких скоростях ветра. После регулировки углов затягивают гайки 3 и контрят стопорными болтами 5 лопасти на ступице 4. Диаметр вала колеса принимают 35—40 мм, устанавливая его на подшипниках № 207, 208 или 307, 308. Радиус кривошипа лучше брать меньше, около 50—60 мм. Чтобы не вводить в головку смазку, шатун также лучше ставить на шариковом подшипнике одноразовой смазки (например, закрытого типа № 530206). Если

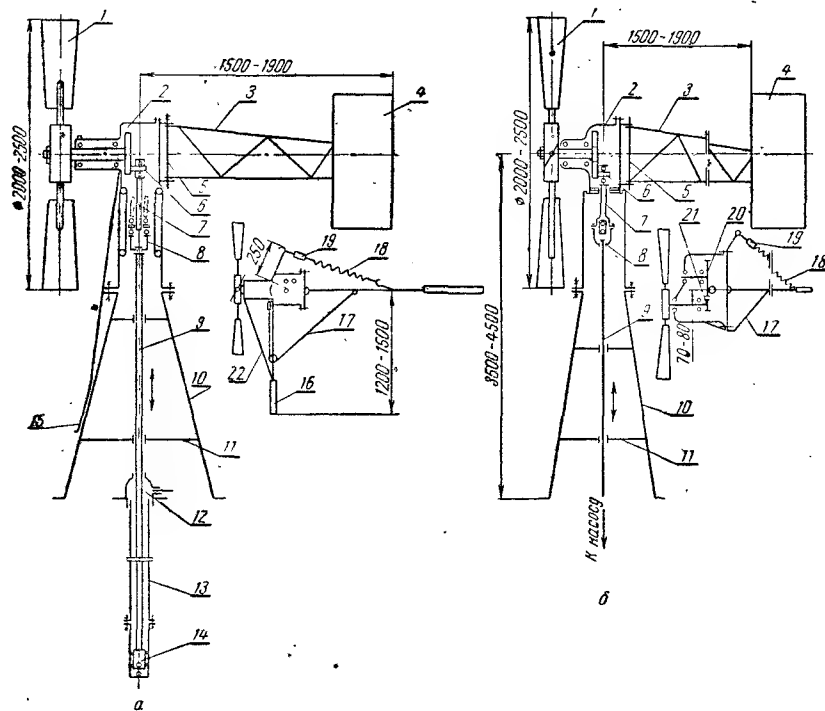


Рис. 160. Схема самодельной ветронасосной установки с поршневым насосом:

а — без промежуточной передачи; б — с понижающим редуктором; 1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — ферма хвоста; 4 — хвост; 5 — ось хвоста; 6 — кривошип; 7 — шатун; 8 — вертлюг; 9 — штанга; 10 — башина; 11 — растяжка с направляющими; 12 — переходная коробка насоса; 13 — водоподъемная труба; 14 — насос; 15 — рукоятка останки; 16 — боковой план; 17 — трос останки; 18 — пружина регулирования; 19 — натяжной тандер; 20 — большая шестерня; 21 — малая шестерня; 22 — оттяжка бокового плана.

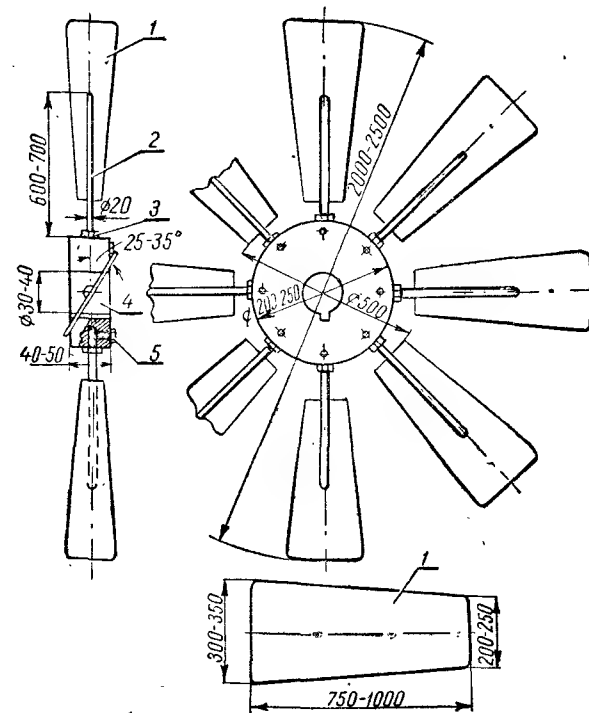


Рис. 161. Тихоходное ветроколесо:

1 — лопасть; 2 — мах; 3 — гайка; 4 — ступица; 5 — стопорный болт.

колесо расположено между опорами, шатун должен иметь бронзовые или баббитовые вкладыши с канавками для смазки, на крышке шатуна ставят масленку, набивая ее смазкой УС. Если кривошип концевой, диаметр внутренней обоймы подшипника берут равным 25—30 мм.

На конце шатуна 3 (рис. 162), идущем к штанге, ставят один или два подшипника 8 (№ 202 или 203), которые опираются на направляющие 6. Делают на штанге шарнир или вертлюг, чтобы при поворотах головки, вызванных изменениями направления ветра или во время регулирования, штанга не скручивалась или не выворачивалась из поршня. Устройство такого узла показано на рисунке 163. Размеры хвоста, пружины и бокового плана проведены на рисунке 164. Оперения хвоста и плана делают из двух-трехслойной фанеры или жести, окантовывают их для жесткости стальной полосой 20 × 2 мм и окрашивают. Для крепления оперения используют уголок 20 × 20 × 3 мм, трубу диаметром $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ " или деревянный брус высотой 60—80 мм и толщиной 40—50 мм. Для большей устойчивости хвоста его

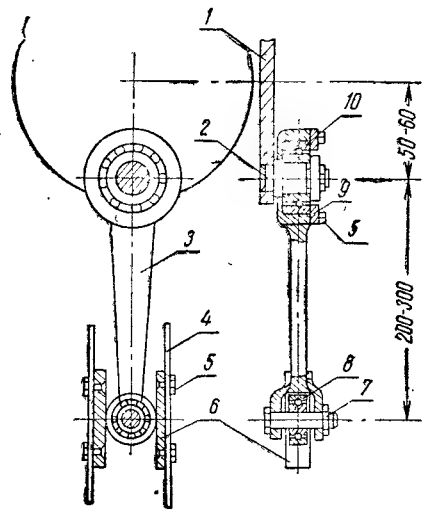


Рис. 162. Устройство шатуна и направляющих:

1 — кривошип; 2 — ось кривошипа; 3 — шатун; 4 — труба башни; 5 — болт; 6 — направляющая; 7 — ось с гайкой и шплинтом; 8 — подшипник (№ 202 или 203); 9 — крышка головки шатуна; 10 — подшипник (№ 530206).

шения максимального числа оборотов ослабляют предварительное натяжение пружины. Головку устанавливают на деревянной

крепят верхней растяжкой из проволоки диаметром 6—8 мм или тросом. На грубе бокового плана ставят обычно две растяжки — верхнюю и боковую. Предварительное натяжение пружины около 5 кг, наибольшее при полном растяжении 25—30 кг. Для этого пружина должна быть изготовлена из проволоки диаметром 3—3,5 мм, иметь наружный диаметр 30—35 мм, число витков 40. В процессе наладки установки пружину регулируют так, чтобы она удерживала колесо перпендикулярно к направлению ветра при скоростях до 7—8 м/сек и давала возможность поворачиваться головке с колесом вразрез ветру при порывах ветра выше 8—9 м/сек. Для умень-

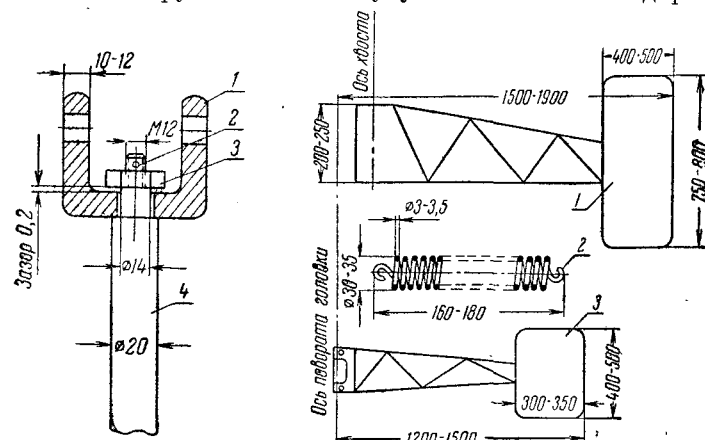


Рис. 163. Устройство вертикального шатуна на штанге:

1 — траверса; 2 — шплинт; 3 — гайка; 4 — штанга.

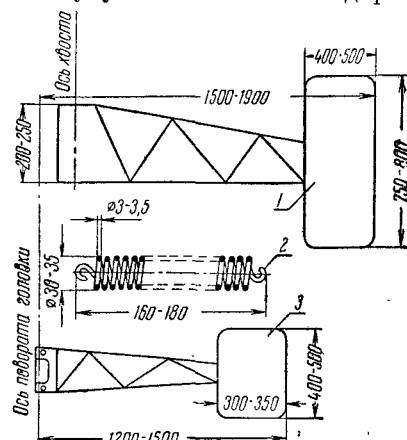


Рис. 164. Размеры хвоста, бокового плана и пружины для ветроустановки с поршневым насосом:

1 — хвост; 2 — пружина регулирования; 3 — боковой план (меньшие размеры приведены для ветроколеса диаметром 2 м, большие — для колеса диаметром 2,5 м).

или металлической (из уголков) башне высотой 3,5—4,5 м.

Чтобы головка легко поворачивалась на опоре, применяют шариковые подшипники или текстолитовые и бронзовые кольца (рис. 165). Останавливают колесо с помощью простейшей лебедки или рычага, стягивая между собой хвост и боковой план. Штанги привода к насосу делают из деревянных брусков диаметром 40—50 мм или труб 1 1/2". Чтобы облегчить условия работы агрегата, места стыков труб должны быть хорошо уплотнены. Если же в штанги попадет вода, они делаются более тяжелыми и колесо будет начинать работать при больших скоростях ветра. Внутри башни на растяжках устанавливают направляющие подшипники из текстолита, которые предохраняют штангу от изгиба при движении поршня вниз.

Насос подвешивают на трубе диаметром 1,5—2", в верхней части которой ставят переходную коробку 12 (см. рис. 160), имеющую отводную напорную трубу и сальниковое уплотнение штанги. В качестве цилиндра насоса можно использовать выбракованные цилиндры двигателей. Манжеты изготовляют из кожи или резиновых сальников. Клапаны (всасывающий и нагнетательный) делают плоскими или круглыми из резины, иногда используют шарики диаметром 15—20 мм от подшипников. Размеры насоса выбирают в зависимости от его производительности и числа двойных ходов штанги (табл. 65).

Ветроустановку с промежуточной передачей к насосу (см. рис. 160, б) делают аналогично схеме, принятой для агрегата ТВМ-3. Конструкция колеса, лопасти и их размеры примерно такие, как показаны на рисунке 161. Для упрощения лопасти можно делать не профилированными, а плоскими. Число лопастей берут в зависимости от требуемой скорости вращения (обычно 4—6), при этом, чем больше лопастей, тем медленнее вращается колесо. Если агрегат предполагают использовать в районах, где сильные ветры бывают редко, то можно упростить конструкцию: не делать приспособление для ограничения скорости вращения и хвост для установки колеса по направлению потока ветра. В этом случае устанавливают головку по направлению ветра вручную, а при

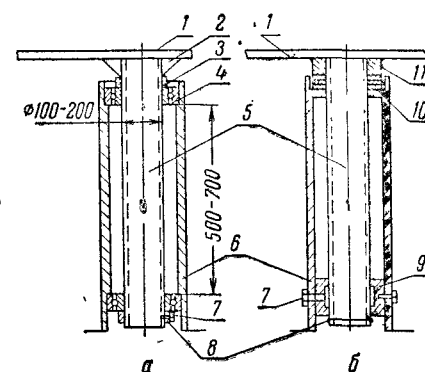


Рис. 165. Опорное устройство головки:

а — на подшипниках качения; б — с бронзовыми кольцами и подшипником скольжения; 1 — опорная плита головки; 2 — косынка (6 шт.); 3 — регулировочное кольцо; 4 — подшипник (2 шт.); 5 — труба головки; 6 — труба башни; 7 — болт; 8 — концевая шайба или кольцо; 9 — подшипник (чугун, бронза); 10 — кольцо (3 шт., бронза, текстолит); 11 — опорная втулка.

Таблица 65

Производительность поршневого насоса

Диаметр цилиндра, мм	Число двойных ходов поршня в мин	Ход поршня, мм				
		60	80	100	120	140
		производительность, л/мин *				
60	30	4,2	5,6	7,0	8,4	9,3
	40	5,5	7,4	9,2	11,0	13,0
	50	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1
80	25	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
	35	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6
	45	10,8	14,6	18,0	21,6	25,2
100	20	7,2	9,6	12	14,4	16,8
	30	10,8	14,4	18	21,6	25,2
	40	14,4	19,2	24	28,8	33,6

* Ведро вмещает 10—12 л воды. Поэтому, чтобы узнать, сколько можно поднять ведер воды в мин, делят табличные данные на 10—12.

буревых ветрах, наоборот, принудительно выводят колесо из-под ветра. Для надежной работы агрегата необходимо постоянное наблюдение за ним.

ВЕТРОНАСОСНЫЙ АГРЕГАТ С ДИАФРАГМЕННЫМ НАСОСОМ¹

Его можно использовать для подъема воды с глубины не более 7 м. Он состоит из пяти основных узлов: ветроколеса 1 (рис. 166) диаметром 1,5—2 м, головки 2 с коленчатым валом и приводной штангой, хвоста 3, башни 4 и насоса 5. В агрегате применена флюгерно-парусная система ограничения числа оборотов колеса при помощи поворота лопастей под действием набегающего воздушного потока. Число лопастей берут 4—6. Устройство головки приводится на рисунке 167.

Лопасть представляет собой металлический каркас, обтянутый парусиной. Дужки 2 и 7 (рис. 168) каркаса изготовлены из полосового железа 20×3 мм и выгнуты по форме, показанной на рисунке. К дужке 7 крепится планка 9, которая при регулировании нажимает на шпильку 16 втулки 11 (см. рис. 167) и поворачивает ее. Дужки 2 и 7 (рис. 168) соединяют заклепками с листовым оцинкованным железом толщиной 0,76—1 мм, на края которого отгибают ушки дужек. На каркас натягивают парусину, предварительно прострочив ее, затем закрепляют винтами или шпильками и окрашивают масляной краской. Для большей жесткости в простроченный край парусины вставляют стальную проволоку диаметром 2 мм, концы которой крепят к дужкам.

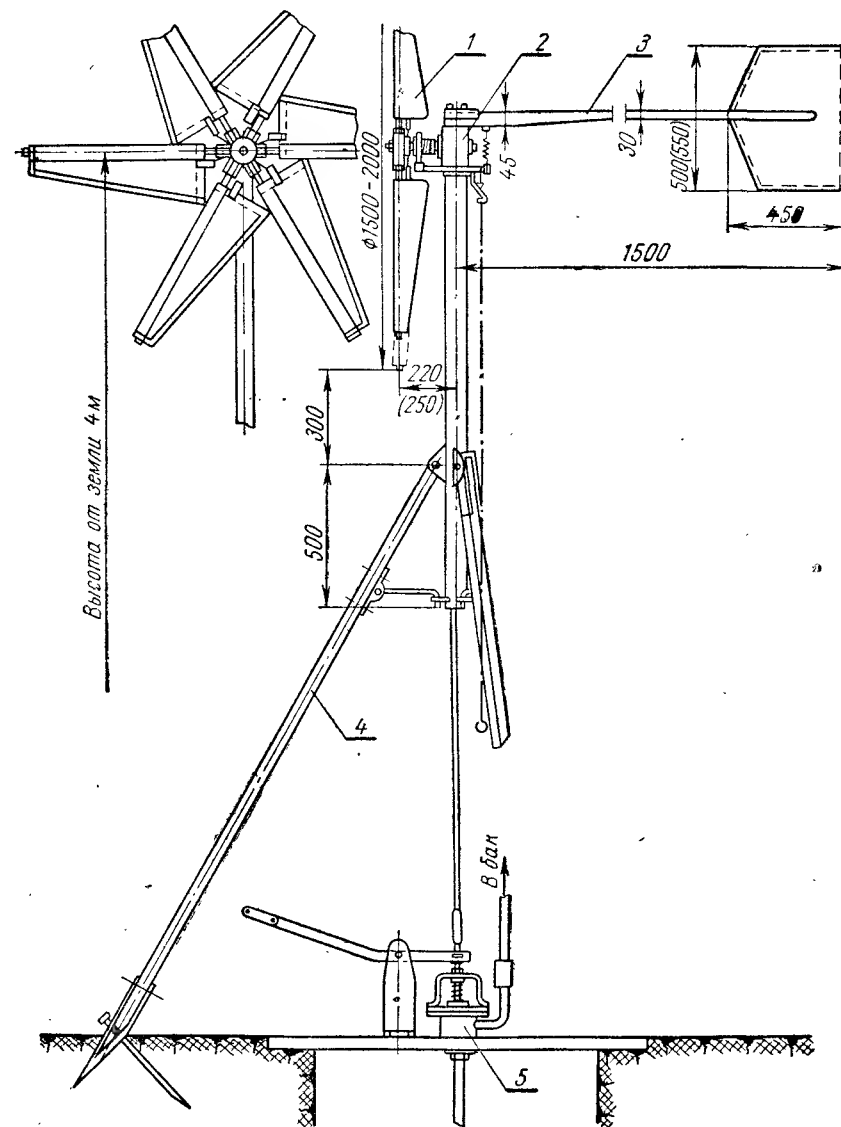


Рис. 166. Ветронасосный агрегат с диафрагменным насосом:

1 — ветроколесо; 2 — головка; 3 — хвост; 4 — башня; 5 — насос (размеры в скобках относятся к агрегату с колесом диаметром 2 м).

¹Конструкция. Г. А. Печковского.

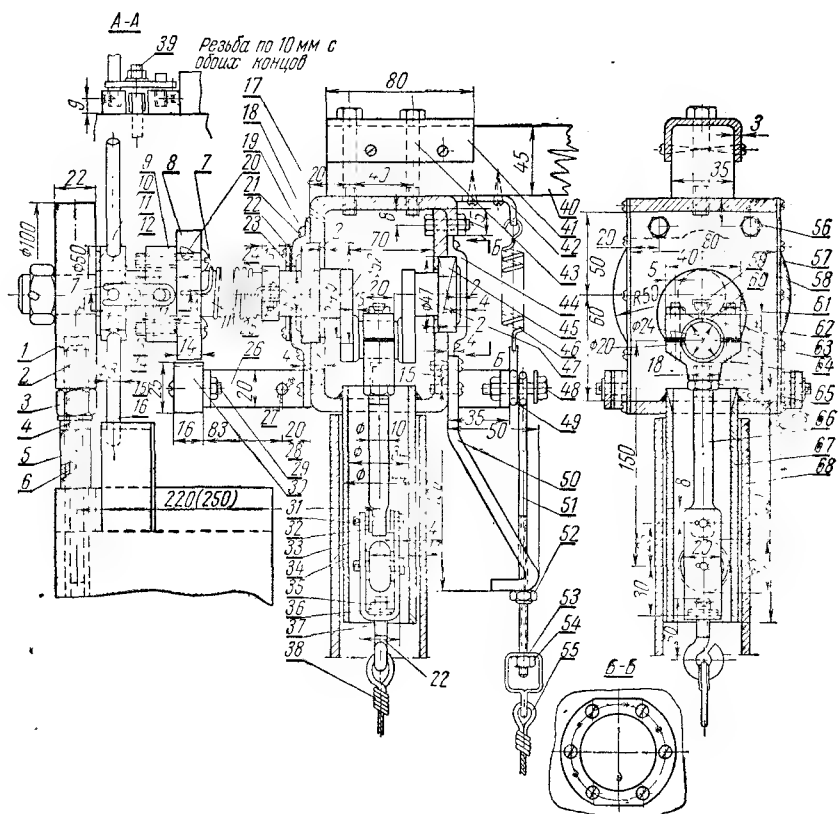


Рис. 167. Головка ветронасосного агрегата, работающего с диафрагменным насосом:

1 — втулка ($\varnothing 100$ мм, $l = 22$ мм, 1 шт.); 2 — буж ($\varnothing 9$ мм, $l = 100$ мм, 6 шт.); 3 — гайка маха (М14, 6 шт.); 4 — шайба ($\varnothing 22$ мм, 12 шт.); 5 — распорная втулка ($\varnothing 20$ мм, $l = 45$ мм, 6 шт.); 6 — мах ($\varnothing 14$ мм, $l = 720$ мм, 6 шт.); 7 — пружина ($D = 30$ мм, $d = 2$ мм, 1 шт.); 8 — тормозной шпиль ($\varnothing 70$ мм, толщина $b = 14$ мм, 1 шт.); 9 — промежуточная втулка ($\varnothing 50$ мм, $b = 18$ мм, 1 шт.); 10 — шайба ($\varnothing 32$ мм, $b = 2$ мм, 2 шт.); 11 — втулка регулятора ($\varnothing 50$ мм, $b = 14$ мм, 1 шт.); 12 — вилка (15×3 мм, 2 шт.); 13, 15 и 16 — шпильки ($\varnothing 8$ мм, $l = 80$ мм, 8 шт.); 14 — втулка ($\varnothing 12$ мм, $b = 12$ мм, 2 шт.); 17 — корпус головки (80×8 мм, 1 шт.); 18 — крышка (1 шт.); 19 и 20 — винты (М6, $l = 14$ мм, 22 шт.); 21 — шарикоподшипник (№ 205, 1 шт.); 22 — прокладка ($\varnothing 50$ мм, $b = 3$ мм, 1 шт.); 23 — шайба ($\varnothing 30$ мм, $b = 1$ мм, 1 шт.); 24 — хомут (15×3 мм, 1 шт.); 25 и 29 — болты (М6, 3 шт.); 26 — скоба (20×3 мм, 1 шт.); 27 и 31 — оси ($\varnothing 8$ мм, 2 шт.); 28 — скоба крепления оси (20×3 мм, 1 шт.); 30 — колодка тормоза (25×16 мм, 1 шт.); 32 — шайба ($\varnothing 12$ мм, 8 шт.); 33 и 50 — скоба (20×3 мм, 2 шт.); 34 — ролик ($\varnothing 32$ мм, $b = 12$ мм, 1 шт.); 35 — гайка (М8, 3 шт.); 36 — шайба ($\varnothing 8$ мм, 2 шт.); 37 — серьга (М8, 1 шт.); 38 — трос ($\varnothing 5$ мм, $l = 5$ мм, 1 шт.); 39 — сквозная шпилька (М10, $l = 70$ мм, 1 шт.); 40 — планка хвоста (45×35 мм, 1 шт.); 41 — накладка ($80 \times 80 \times 3$ мм, 1 шт.); 42 — ушко (20×3 мм, 1 шт.); 43 — болт (М8, $l = 52$ мм, 2 шт.); 44 — крышка подшипника (1 шт.); 45 — шарикоподшипник (№ 204, 1 шт.); 46 — пружина ($D = 15$ мм, $d = 1$ мм, 1 шт.); 47 — коленчатый вал (1 шт.); 48 — болт (М8, $l = 30$ мм, 1 шт.); 49 и 51 — серьга ($\varnothing 6$ мм, 2 шт.); 52 и 54 — гайка (М6, 2 шт.); 53 — скоба (20×2 мм, 1 шт.); 55 — трос остановки ($\varnothing 3$ мм, $l = 5$ мм, 1 шт.); 56 — болт (М8, $l = 25$ мм, 2 шт.); 57 — крышка ($\varnothing 125 \times 85 \times 1$ мм, 2 шт.); 58 — прокладка ($\varnothing 125 \times 85 \times 1$ мм, 2 шт.); 59 — масленка (1 шт.); 60 — вкладыш ($\varnothing 20$ мм, 2 шт.); 61 — шпилька с гайкой (М6, $l = 30$ мм, 2 шт.); 62 — крышка подшипника (2 шт.); 63 — прокладка (2 шт.); 64 — подшипник (1 шт.); 65 — гайка (М10, 1 шт.); 66 — шатун ($\varnothing 10$ мм, 1 шт.); 67 — труба ($\varnothing 42$ мм, $l = 165$ мм, 1 шт.); 68 — опорная труба ($\varnothing 54$ мм, $l = 1100$ мм, 1 шт.).

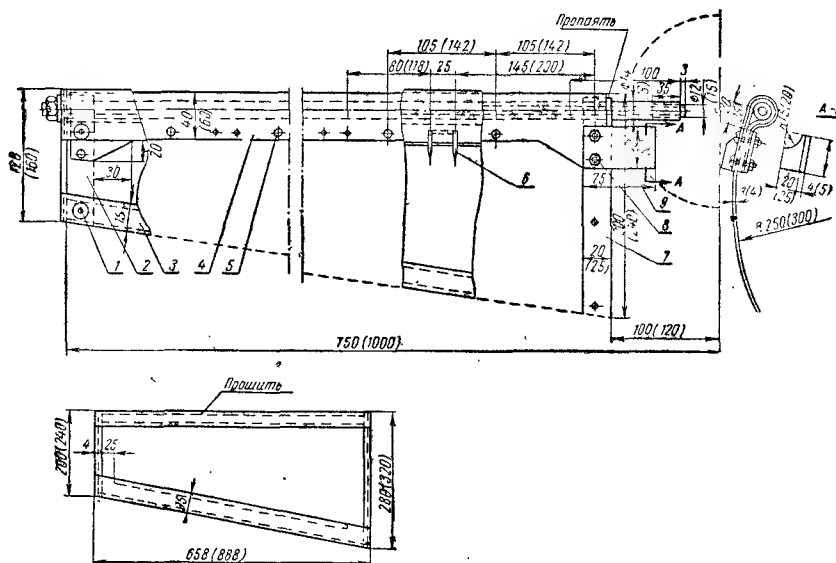


Рис. 168. Лопасть ветроагрегата с диафрагменным насосом:

1 — винт (М5, 2 шт.); 2 — внешняя дужка (20×3 мм, 1 шт.); 3 — парусиновый чехол (1 шт.); 4 — лонжерон из оцинкованного железа толщиной 0,76 мм (1 шт.); 5 — заклепка ($\varnothing 4$ мм, 10 шт.); 6 — шпилька ($\varnothing 2$ мм, 4 шт.); 7 — внутренняя дужка (20×3 мм, 1 шт.); 8 — винт (М6 с двумя гайками, 2 шт.); 9 — планка регулятора (40×4 мм, 1 шт.). Размеры в скобках даны для ветроколеса $D = 2$ м.

В отверстие втулки колеса ввернуты махи из трубок с наружным диаметром 14 мм. Они закреплены гайками. Лопасти надевают на махи так, чтобы они могли свободно на них поворачиваться. Для этого сверху и снизу лопасти ставят шайбу и втулку, заворачивают гайку и шплинтуют.

Так как махи, на которых поворачиваются лопасти, проходят у самого их носка, давление ветра в случае увеличения его скорости преодолевает усилие пружины, отклоняет лопасти во флюгерное положение, что ограничивает число оборотов колеса. Из-

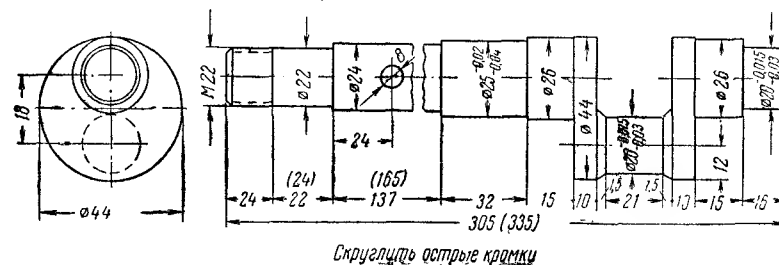


Рис. 169. Коленчатый вал.

1 — стойка (2 шт.); 2 — ось ($\varnothing$ 20 мм, $l = 40$ мм, 1 шт.); 3 — рычаг (20×5 мм, 1 шт.); 4 — болт (M12, $l = 25$ мм, 2 шт.); 5 — планка (20×5 мм, 1 шт.); 6 — ось ($\varnothing$ 10 мм, 1 шт.); 7 — гайка (M18, 1 шт.); 8 — шпилька (M18, 1 шт.); 9 — шайба ($\varnothing$ 30 мм, 2 шт.); 10 — пружина ($D = 20$ мм, $d = 1,5$ мм, 1 шт.); 11 — шайба ($\varnothing$ 60 мм, 2 шт.); 12 — гайка (M12, 2 шт.); 13 — бак (1 шт.); 14 — шайба ($\varnothing$ 80 мм, 2 шт.); 15 — гайка ($\varnothing$ 1", 2 шт.); 16 — труба ($\varnothing$ 1", 1 шт.); 17 — обратный клапан (1 шт.); 18 — бронзовый круг ($\varnothing$ 26 мм, 1 шт.); 19 — шток ($\varnothing$ 12 мм, $l = 220$ мм, 1 шт.); 20 — болт (M10, 6 шт.); 21 — мембрана ($\varnothing$ 150 мм, 1 шт.); 22 — патрубок ($\varnothing$ 3/4", 1 шт.); 23 — скоба (40×3 мм, 1 шт.); 24 — нажимное кольцо ($\varnothing$ 180 мм, 1 шт.); 25 — корпус насоса (1 шт.); 26 — шайба ($\varnothing$ 70 мм, 1 шт.); 27 — доска (400×40 мм, 1 шт.); 28 — гайка ($\varnothing$ 3/4", 2 шт.); 29 — труба ($\varnothing$ 3/4", 1 шт.); 30 — клапан (1 шт.).

меня затяжку пружины, помещенной на валу колеса, получают требуемое число оборотов.

Пружина связана с лопастями при помощи втулки 11 (см. рис. 167), на которую через промежуточную втулку 9 давят планки 9 (рис. 168), укрепленные на дужках лопастей. Если давление потока на лопасти увеличивается, рычажки поворачивают втулку, пружина закручивается и лопасти устанавливаются под нужными углами. Муфта используется также для принудительной остановки агрегата.

Коленчатый вал (рис. 169) вытачивают из круглой стали диаметром 45—50 мм, эксцентриситет делают 18 мм, следовательно, ход мембраны будет 36 мм. Движение мембране от коленчатого вала передается через шатун и трос. В шатун устанавливают бронзовые или баббитовые вкладыши, а поверхности трения перио-

а — клапан насоса; б — обратный клапан.

дически смазывают смазкой УС. Иногда для смазки применяют маслянку капельного типа.

Агрегат пускают и останавливают рычагом, натягивая трос 55 (см. рис. 167).

Двигатель устанавливают над колодцем на треноге, надежно закрепляя его штырями или анкерами. Можно сделать также деревянную башню.

Устройство диафрагменного насоса приведено на рисунке 170, а на рисунке 171 — конструкция клапанов. Чтобы перед пуском агрегата не заливать воду в насос, нагнетательная магистраль соединена с баком, в котором всегда должно быть некоторое количество воды.

АГРЕГАТ С ИНЕРЦИОННЫМ ВОДОПОДЪЕМНИКОМ

В таком агрегате должно быть установлено быстроходное двухлопастное колесо диаметром 1,5—2,5 м. Для этого можно использовать лопасти, которые рекомендуются для использования в ветроэлектрических агрегатах. Минимальное число оборотов колеса должно быть не ниже 350—370 об/мин, так как при меньшем числе вода не будет подаваться на поверхность земли или в бак.

Колесо предохраняют от разноса выводом его из-под ветра при помощи боковой лопаты, поворотом лопастей центробежным регулятором, установкой воздушных тормозов или открьлков и т. д. Устройство агрегата подобно устройству ветроводоподъемника ВВ-3 (см. рис. 16).

Эксцентриковый вал (рис. 172), на одном конце которого закреплено колесо, а на другом подшипник № 204 или 11204, вращается в двух шариковых подшипниках № 205 или 11205. Последние помещены в общем корпусе или в двух корпусах, установленных на платформе головки. Вал изготовляют из стали Ст.5 или 45. На подшипник кривошипа (эксцентрика) надевают головку шатуна (литанги), который внизу с помощью вертлюга

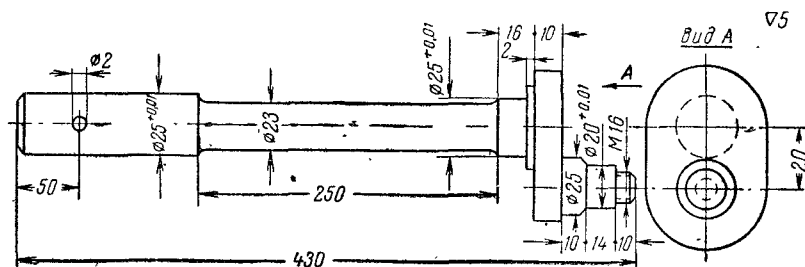


Рис. 172. Эксцентриковый вал.

соединяют с водоподъемной трубой. Направляющие ролики шатуна делают так же, как у агрегата с поршневым насосом.

Чтобы облегчить условия страгивания колеса, помочь ему преодолеть вес водоподъемных труб, сверху, как это сделано у агрегата ВВ-3, ставят пружину. Ее размеры: диаметр проволоки 3 мм, наружный диаметр 45—50 мм, число витков 8—10. Предварительную затяжку пружины осуществляют при сборке агрегата так, чтобы она уравнивала вес труб, а колесо при проворачивании останавливалось бы в положении, соответствующем среднему положению кривошипа.

Отводной рукав от водоподъемной трубы делают на высоте 2—2,5 м. Для уменьшения инерционных нагрузок на колесо применяют алюминиевые трубы (30×1,5 или 40×1,5 мм) и соединяют их муфтами или при помощи вкладышей, как у ветроводоподъемника ВВ-3. Нужно иметь в виду, что применять обычные муфты для этих труб нельзя, так как поломки обычно происходят в резьбовых соединениях.

От качества изготовления инерционного насоса (см. рис. 7) во многом зависит производительность агрегата. Размеры насоса: диаметр 55—60 мм, высота 80—100 мм. Шаровой клапан диаметром 40 мм делают из резины или из дерева.

Башню можно делать такой же, как для агрегата с поршневым насосом.

ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ С ЛЕНТОЧНЫМ ВОДОПОДЪЕМНИКОМ

В двигателе используют тихоходное или средней быстроходности ветроколесо (4—6 лопастей).

Чтобы упростить изготовление агрегата, скорость вращения и мощность колеса ограничивают выводом его из-под ветра при помощи бокового плана или устанавливают на лопастях воздушные тормоза. Устройство лопасти, имеющей высокие аэродинамические характеристики для колеса диаметром 2 м, приведено на рисунке 173.

Если трудно изготовить крылья обтекаемого профиля, то используют плоские лопасти, жестко закрепляя их на ступице, как это сделано в конструкции тихоходного колеса.

Схема двигателя с ленточным водоподъемником показана на

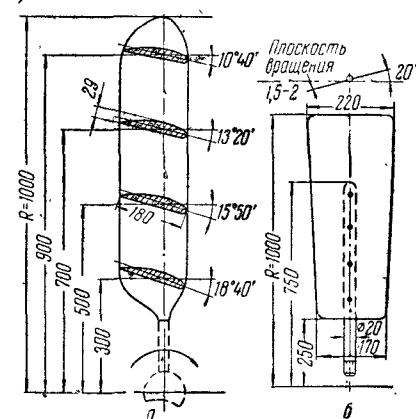


Рис. 173. Лопасть двигателя ленточного водоподъемника:

а — обтекаемая из многослойного дерева или металлическая, обшитая оцинкованным железом; б — плоская.

рисунке 174. Главный вал, на котором жестко укреплена ступица 2, вращается в двух подшипниках. На вал посажена большая коническая шестерня 4, которая находится в зацеплении с малой шестерней 5, вращающейся с вертикальным валом 9. Передаточное отношение этой пары может быть от 1—1,5 до 2—2,5 и зависит от подбора шестерен. Модуль зацепления лучше брать равным 2—2,5, а число зубьев меньшей шестерни — 17 и более.

Для верхнего редуктора лучше сделать легкий сварной корпус, чтобы шестерни работали в масле. К корпусу 3 головки на шарнире крепят ферму 7. При диаметре колеса 2—2,5 м размеры хвоста принимают следующими: вылет соответственно 1,5—1,9 м, площадь 0,3—0,4 м². Трубу или брус бокового плана с растяжками жестко крепят к корпусу редуктора. Размеры бокового плана: вылет 1,4—1,7 м, площадь 0,12—0,15 м². Нужно обратить внимание на правильность установки бокового плана, так как для двигателей с вертикальным валом это влияет на работу системы регулирования. Боковой план располагают так, чтобы момент от сил давления ветра действовал в направлении, противоположном действию реактивного момента головки. Этот момент возникает на конических шестернях и стремится повернуть головку относительно вертикальной оси в сторону, противоположную направлению вращения вертикального вала. Таким образом, если вертикальный вал вращается по направлению часовой стрелки (если смотреть сверху), то боковой план ставят справа от редуктора (рис. 175).

Размеры пружины регулирования: наружный диаметр наливки 30—35 мм, диаметр проволоки 3 мм, число витков 35—45, предварительное натяжение 5—6 кг. Длина рычага головки для крепления пружины 250 мм. Рычаг устанавливают под углом 30° к плоскости вращения колеса. Окончательную величину натяжения определяют во время наладки двигателя. Чтобы вертикальный вал при вращении не изгибался, его монтируют на шариковых подшипниках (один или два), которые крепят внутри башни на трех-четырех растяжках. Лучше применять подшипники на закрепительных втулках. В нижней части башни устанавливают одноступенчатый редуктор с коническими шестернями, чтобы можно было передать вращение ведущему шкиву 18 (см. рис. 174) водоподъемника. Если горизонтальный вал редуктора удлинить до 0,5—0,7 м, тогда промежуточный вал не нужен, так как шкив водоподъемника крепят непосредственно на валу редуктора.

Ленточный водоподъемник представляет собой прорезиненный ремень, в котором для лучшего сцепления его с частицами воды пробиты отверстия диаметром 3—4 мм. Чтобы поднять с глубины до 20 м один кубометр воды в час, берут ленту (ремень) шириной 30—40 мм, толщиной 3—4 мм. Скорость ее движения должна быть 3—5 м/сек, поэтому ведущий шкив 6 (рис. 176) выбирают диаметром 200—300 мм с числом оборотов от 200 до 400 в минуту. Чем шире ремень и больше число оборотов

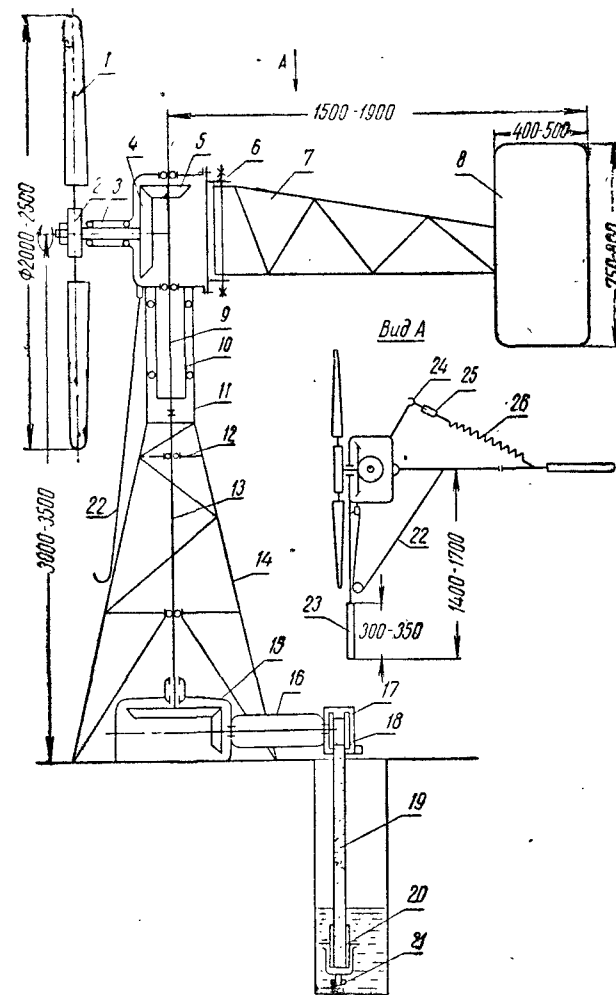


Рис. 174. Схема двигателя с ленточным водоподъемником:

1 — лопасть; 2 — ступица; 3 — корпус головки; 4 — большая шестерня; 5 — малая шестерня; 6 — ось хвоста; 7 — ферма хвоста; 8 — хвост; 9 — вертикальный вал головки; 10 — опорная труба; 11 — труба башни; 12 — подшипник вертикального вала; 13 — вертикальный вал; 14 — башня; 15 — нижний редуктор; 16 — рукав редуктора; 17 — водосборник; 18 — ведущий шкив; 19 — водоподъемная лента; 20 — натяжной шкив; 21 — груз; 22 — трос останова; 23 — боковой план; 24 — крюк; 25 — натяжная гайка; 26 — пружина регулирования.

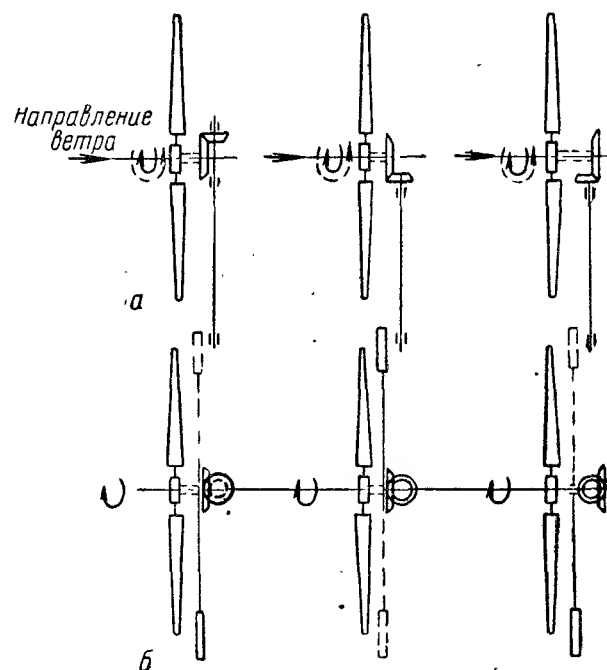


Рис. 175. Расположение бокового плана в зависимости от направления вращения ветроколеса и размещения шестерен:

a — вид сбоку; *b* — вид сверху (пунктирными линиями показаны положения бокового плана при вращении ветроколеса против часовой стрелки, сплошными — при вращении по часовой стрелке).

шкива или его диаметр, тем выше производительность. Однако при очень большой скорости ремень начинает пробуксовывать на ведущем шкиве и быстрее изнашивается, а производительность снижается. Ремень шьют мягкой проволокой или сыромятным ремешком, для натяжения подвешивают шкив.

Натяжной шкив вращается в текстолитовых подшипниках рамки 11, внизу которой крепят груз 12. Общий вес шкива, рамки и груза должен быть не более 10—12 кг. Его подбирают при наладке. Ведущий и натяжной шкивы делают с ребрами высотой 10—15 мм. Ширина шкива между ними должна быть на 5—7 мм больше ширины ремня.

Работа водоподъемника зависит также от формы водоприемного кожуха 4 (рис. 176). Его рекомендуется изготовлять по размерам, указанным на рисунке 176. Прорезы для прохождения ремня изготовляют так, чтобы ремень не задевал за их края; зазор с каждой стороны восходящей ветви ремня устанавливают 5—8 мм,

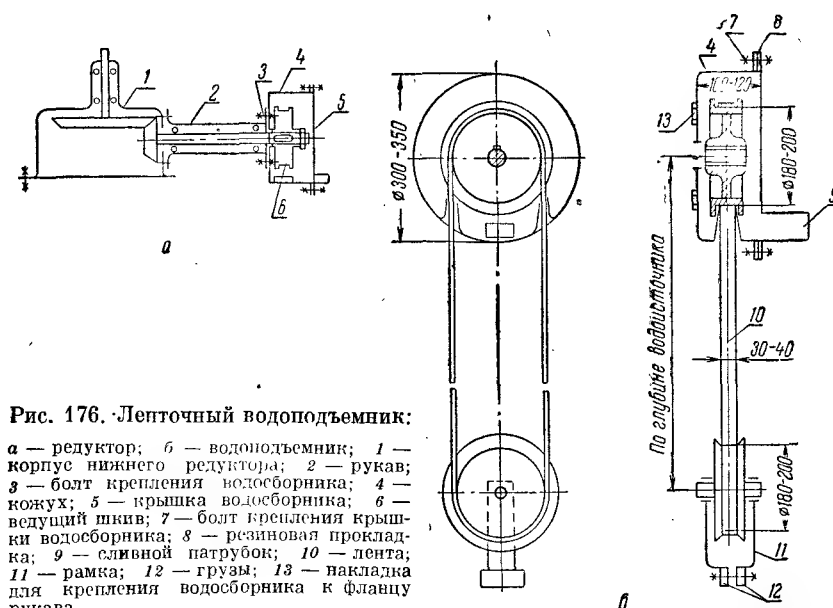


Рис. 176. Ленточный водоподъемник:

a — редуктор; *b* — водоподъемник; 1 — корпус нижнего редуктора; 2 — рукав; 3 — болт крепления водосборника; 4 — кожух; 5 — крышка водосборника; 6 — ведущий шкив; 7 — болт крепления крышки водосборника; 8 — резиновая прокладка; 9 — сливной патрубок; 10 — лента; 11 — рамка; 12 — грузы; 13 — накладная для крепления водосборника к фланцу рукава.

а по плоскостям нисходящей ветви — 4—5 мм. При больших зазорах увеличиваются потери воды и снижается производительность. Кожух рекомендуется изготовлять из оцинкованного железа толщиной 0,6—0,8 мм, но можно делать его из досок и фанеры, предварительно хорошо окрасив их в два слоя. Чтобы подать воду в бак, редуктор и водоподъемник следует поднять над оголовком колодца на 1—1,5 м, используя для этого столбы. При установке водоподъемника следят за тем, чтобы ось приводного шкива была горизонтальна, так как иначе ремень при работе будет сползать к одной стороне шкива, сильно изнашиваться, при этом увеличатся потери на трение. Рекомендуется нижний натяжной шкив привязывать за ушко каркаса тросом к нижнему основанию водоподъемника, чтобы в случае обрыва ремня шкив не упал в колодец.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

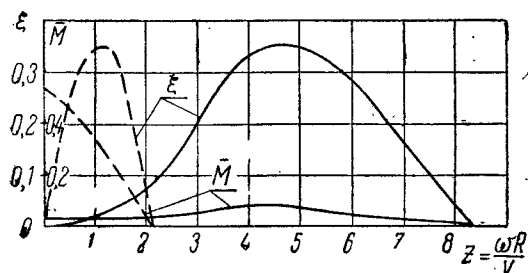


Рис. 177. Аэродинамические характеристики тихоходного восемнадцатилопастного (пунктирные линии) и быстроходного трехлопастного (сплошные линии) ветроколеса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

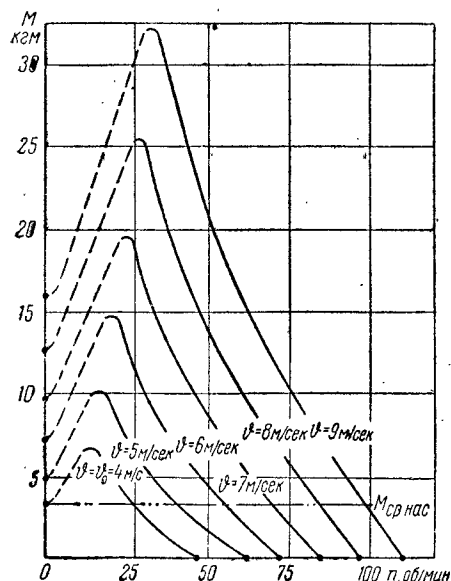


Рис. 178. Совмещенные характеристики движущих аэродинамических моментов (сплошные и штриховые линии) тихоходного ветроколеса и момента сопротивления (штрихпунктирная линия) поршневого насоса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

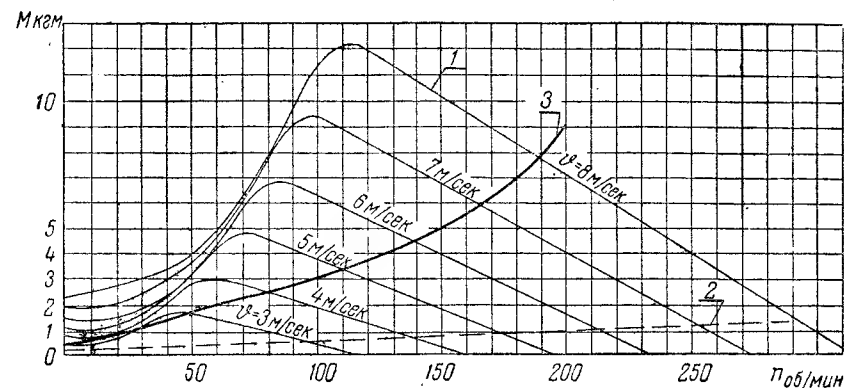


Рис. 179. Характеристики нагрузки ленточного водоподъемника, совмещенные с движущими аэродинамическими моментами трехлопастного ветроколеса ($D = 4$ м):

1 — момент ветроколеса при скорости ветра U ; 2 — момент сопротивления водоподъемника на холостом ходу; 3 — момент сопротивления водоподъемника при подъеме воды с глубины 30 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.

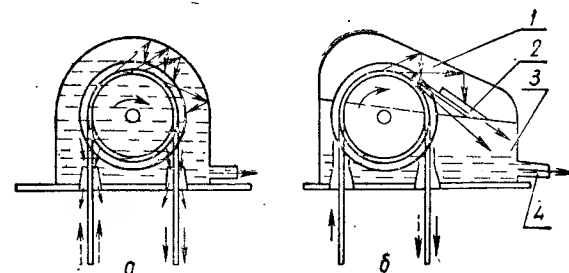


Рис. 180. Схема движения воды при работе ленточного водоподъемника:

а — кожух старой формы; б — кожух новой формы; 1 — крышка; 2 — отражающий козырек; 3 — корпус; 4 — сливной патрубок.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

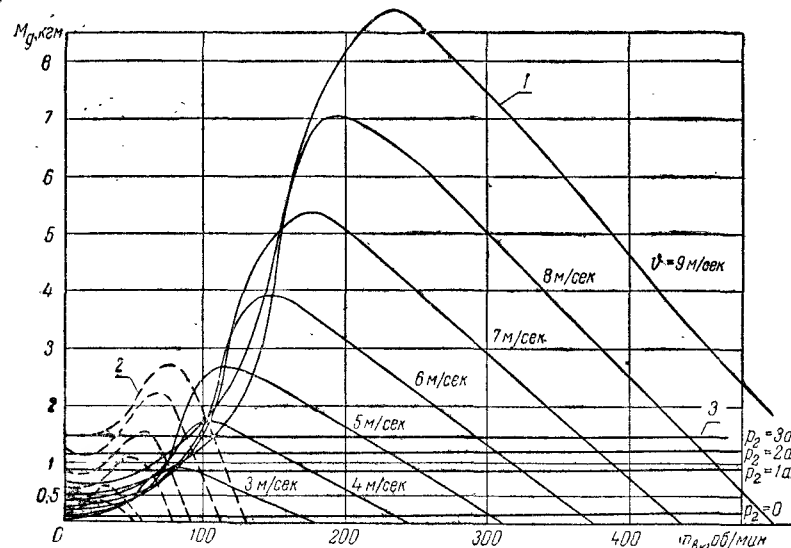


Рис. 181. Совмещенные характеристики аэродинамических движущих моментов ветроколеса ($D = 4$ м) и моментов сопротивления нагрузки:

1 — движущий момент ветроколеса при $\varphi_0 = 8^\circ$ и скорости ветра V ; 2 — то же, при $\varphi_0 = 31^\circ$; 3 — момент сопротивления компрессора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.

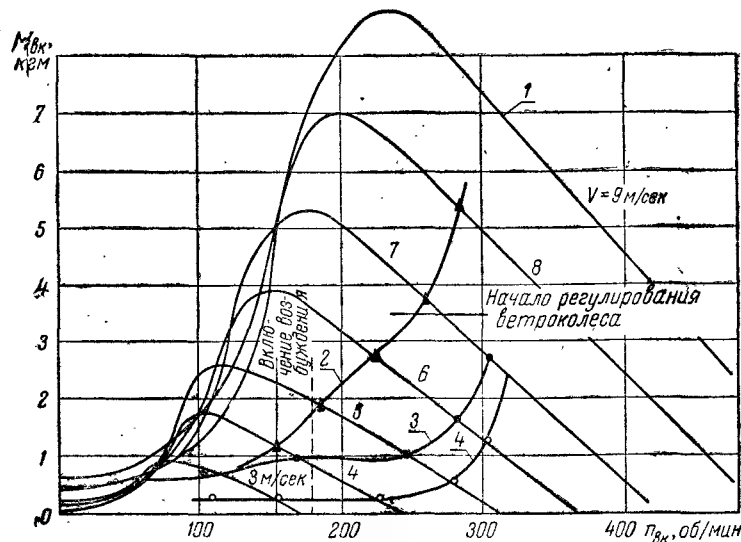


Рис. 182. Совмещенные характеристики аэродинамических моментов ветроколеса и нагрузки ветроэлектронасосного агрегата:

1 — изменение момента вращения колеса в зависимости от числа оборотов колеса при постоянной скорости ветра; 2 — момент сопротивления на валу колеса при подеме воды; 3 — то же, при работе агрегата на холостом ходу с возбужденным генератором; 4 — то же, при отключенном возбуждении генератора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

АКТ ПРОВЕРКИ КОМПЛЕКТНОСТИ ВЕТРОАГРЕГАТА

_____ 19____ г. Копии посланы: 1 _____

2 _____

Настоящий акт составлен в _____
(наименование и адрес хозяйства)

Комиссией в составе: 1 _____ (руководитель хозяйства),
2 _____ (представитель «Сельхоз-
техники» или водохозяй-
ственной организации)
3 _____ (бригадир монтажной
бригады)

в том, что при проверке комплектности ветроагрегата марки _____,
заводской № _____, произведшейся спустя _____ дней после
получения ветроагрегата от _____, установлено следующее:

1. Хозяйством были соблюдены (или не были соблюдены) условия
приемки агрегата и была обеспечена (или не обеспечена) охрана транс-
портных мест до проверки.

2. Обнаружены поломки, недостатки следующих деталей (указать номер
упаковочного листа, наименование, номер контролера).

По заключению комиссии указанные дефекты произошли по вине (завода,
железной дороги или хозяйства).

Подписи:

Печать

Адрес хозяйства: 1. Почтовый _____ 2. Грузовой _____

_____ (наименование и адрес завода-изготовителя)

Препровождается при этом акт № _____ от _____ 19____ г.
о дефектах, обнаруженных при проверке комплектности ветроагрегата
марки _____, заводской № _____, отгруженного с завода
_____ 19____ г. по накладной № _____, счету
№ _____ и полученного на станции назначения _____ 19____ г.

Получение данного письма и акта просим подтвердить.

Руководитель хозяйства

(подпись)

Бухгалтер хозяйства

(подпись)

АКТ ОБ ОКОНЧАНИИ НАЛАДКИ ВЕТРОАГРЕГАТА

« _____ » 19 ____ г. _____
(место составления акта)

Мы, нижеподписавшиеся, председатель колхоза (директор совхоза) _____
(наименование колхоза, совхоза) (фамилия, имя, отчество)
бригадир монтажной бригады _____
(наименование организации, монтировавшей
ветроагрегат, фамилия, имя, отчество бригадира) и представитель _____
(наименование отделения «Сельхозтехники» или другой организации)
(фамилия, имя, отчество представителя) составили настоящий акт в том,
что сего числа ветроагрегат марки _____, смонтированный
бригадой _____ в колхозе (совхозе) _____,
(наименование организации) окончен строительством и передан представителю колхоза (совхоза).

Ветроагрегат установлен на территории _____
(фермы, бригады и т. д.)
и работает с насосом марки _____ п. _____
(перечень машин)
Насос установлен на глубине _____ м. Диаметр обсадных труб
скважины _____ м. Глубина скважины (колодца) _____ м. Стати-
ческий горизонт воды _____ м. Динамический горизонт _____ м.
Дебит скважины (колодца) _____ м³/ч.

Ветроагрегат оборудован _____ баком для воды емкостью
(каким) _____ м³.

Ветродвигатель отрегулирован на холостом ходу на _____
оборотов ветроколеса в минуту при скорости ветра _____ м/сек. Про-
изводительность насоса при этой скорости ветра составила _____ м³/ч.
Ветродвигатель испытан на холостом ходу в течение _____ ч и под
нагрузкой в течение _____ ч. Все механизмы двигателя и насос рабо-
тали нормально, и ветроустановка может быть пущена в хозяйственную
эксплуатацию.

Ветроустановку сдал _____
(бригадир монтажной бригады)

Ветроустановку принял _____
(руководитель хозяйства)

Представитель отделения «Сельхозтехники» или водохозяйственной
организации _____
(фамилия, имя, отчество)

Печать

АКТ

об аварии (поломке) ветроагрегата типа _____
в колхозе (совхозе) _____

Составлен « _____ » 19 ____ г. председателем колхоза
(директором совхоза) тов. _____ и механиком,
обслуживающим ветроагрегат, тов. _____ в
присутствии представителя _____ тов. _____
в том, что в « _____ » ч « _____ » 19 ____ г. произошла авария
(поломка) ветроагрегата, сданного по акту № _____ от « _____ » 19 ____ г.

1. Сведения о предшествующих ремонтах ветроагрегата (наименование дета-
лей и узлов, дата ремонта или замены) _____
2. Ветроагрегат отработал всего _____ ч и выработал с начала эксплуа-
тации (м³ воды, кВт.ч электроэнергии, кг муки и т. д.) _____
3. Последний осмотр и техническое обслуживание (какое) _____
было проведено « _____ » 19 ____ г.
4. В период аварии ветроагрегат работал в режиме _____
с нагрузкой (какой) _____
5. Внешние условия при аварии:
а) скорость и направление ветра _____
б) температура воздуха _____
в) прочие условия _____
6. Краткое описание аварийного состояния с указанием узлов и деталей,
пришедших в негодность или требующих ремонта _____
7. Заключение о возможности восстановления ветроагрегата или его спи-
сании _____
8. Предполагаемая причина аварии (конструктивный, технологический
дефект или недостаток в обслуживании) _____
9. Перечень выполненных работ по ремонту узлов или их замене _____
10. Результаты опробования в работе восстановленного ветроагрегата _____
11. Предложения о мероприятиях по предотвращению поломок ветроагре-
гатов данного типа _____

Председатель колхоза (директор совхоза) _____

Механик, обслуживающий ветроустановку _____

Представитель «Сельхозтехники» _____

(или другой организации) _____

Печать

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В. Н. и др. Ветроэлектрические станции. изд. ГЭИ, 1962.
2. Бертинов А. И. Электрические машины авиационной автоматик. Оборонгиз, 1961.
3. Зимин В. И. и др. Обмотки электрических машин. ГЭИ, 1954 г.
4. Зотов Б. С., Ильин Н. М. Электрооборудование автомобилей и тракторов. Автотракториздат, 1956.
5. Рождественский И. В. Высокооборотный погружной электронасос. Сборник научно-технической информации по электрификации сельского хозяйства № 13, 1962.
6. Сабинин Г. Х., Секторов В. Р. Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2 и его эксплуатация. Связьиздат, 1957.
7. Савельев И. А., Блиняев А. Ф. Энергия ветра на службе у колхоза. Изд. «Волга», Астрахань, 1963.
8. Фатеев Е. М. Ветро двигатели и ветроустановки. Сельхозгиз, 1956.
9. Фатеев Е. М., Печковский Г. А. Как самому сделать ветроэлектрический агрегат. ГЭИ, 1949.
10. Шефтер Я. И. и др. Монтаж, эксплуатация и ремонт ветроустановок. Сельхозгиз, 1960.
11. Шефтер Я. И. Целесообразность применения ветронасосных установок. Журн. «Экономика сельского хозяйства» № 7, 1963.
12. Шефтер Я. И. Эффективность применения ветродвигателей. Журн. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 6, 1964.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ ВЕТРОАГРЕГАТОВ	
Глава 1. Краткие сведения об энергии ветра и характеристиках ветродвигателей. Агрегатирование ветродвигателей с водоподъемниками	
Скорость и энергия ветра	5
Принцип работы крыльчатого ветродвигателя	5
Основные характеристики ветродвигателя	7
Системы регулирования ветродвигателей	9
Требования, предъявляемые к ветронасосному агрегату	10
Схемы ветронасосных установок	12
Агрегатирование ветродвигателей с водоподъемниками	12
Ветронасосные агрегаты с электрической трансмиссией	19
Глава 2. Ветроводоподъемники и ветронасосные агрегаты	
Ветроводоподъемник ВП-3М	29
Ветроводоподъемник ВВ-3	29
Быстроходная ветроустановка ВВУ-3	34
Глава 3. Ветроэлектрические агрегаты	
Ветроэлектрический агрегат ВЭ-2М	52
Ветроэлектрический агрегат ВЭС-1-5	52
Глава 4. Выбор типа ветроагрегата. Распределение водисточников и ветровые зоны	
Выбор типа ветронасосного агрегата	65
Распределение водисточников	65
Выбор типа ветроэлектрического агрегата	70
Ветровые зоны	77
Глава 5. Общие сведения по монтажу ветроагрегатов. Правила техники безопасности	
Выбор места для установки ветроагрегата	86
Определение скорости ветра	86
Подготовка агрегатов к сборке и подъему	88
Правила техники безопасности	94
	96

Глава 6. Монтаж и наладка ветронасосных агрегатов	97
Монтаж и наладка ветроводоподъемника ВП-3М	98
Монтаж и наладка ветроводоподъемника ВВ-3	104
Монтаж ветроводоподъемника	105
Наладка ветроводоподъемника	108
Монтаж и наладка ветроустановки ВВУ-3	109
Монтаж ветроустановки	111
Наладка ветроустановки	116
Глава 7. Монтаж и наладка ветроэлектрических агрегатов	118
Монтаж и наладка ветроэлектрического агрегата ВЭ-2М	118
Монтаж и наладка ветроэлектрического агрегата ВЭС-1-5	122
Испытания ветроагрегатов	127
Глава 8. Краткие сведения по ветроустановкам, эксплуатируемым в сельском хозяйстве	129
Универсальный тихоходный ветродвигатель УВД-8	129
Универсальный тихоходный ветродвигатель ТВ-8	132
Универсальный быстроходный ветродвигатель Д-12	135
Глава 9. Ветроводоподъемные агрегаты новых типов	138
Ветронасосная установка «Чайка» (ТВМ-3)	139
Ветроводоподъемный агрегат «Буря» (2ВПЛ-4)	145
Ветронасосный пневматический агрегат «Вихрь» (ВНП-4М)	149
Ветроэлектронасосный агрегат «Беркут» (ВЭН-4)	158
Ветроэлектрический водоподъемный агрегат ВЭВ-1-6	167
Ветроэлектрический агрегат ВЭА-1	175
Ветроэлектрический агрегат Д-4 (конструкция ВИЭСХ)	178
Ветроэлектрический агрегат ВЭ-5	180
Глава 10. Краткие сведения о зарубежных ветроагрегатах	183
ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЕТРОАГРЕГАТОВ	
Глава 11. Общие сведения по эксплуатации ветроагрегатов	189
Обязанности машиниста	189
Основные правила эксплуатации ветроагрегатов	191
Правила техники безопасности при обслуживании ветроагрегатов	193
Эксплуатационные показатели ветроагрегатов	195
Глава 12. Эксплуатация ветронасосных агрегатов на пастбищах	206
Глава 13. Эксплуатация ветронасосных агрегатов на фермах и на прошаемых участках	208
Необходимая емкость бака	209
Эксплуатация ветронасосных агрегатов	210
Глава 14. Эксплуатация ветроэлектрических агрегатов	217
Уход за аккумуляторной батареей	219
Уход за генератором и электрической аппаратурой	222
Уход за двигателями ветроэлектрических агрегатов	223
Уход за ветроэлектрическими агрегатами	224

Глава 15. Типовые проекты применения ветродвигателей для механизации подъема воды	228
Глава 16. Типовые схемы применения ветроэлектрических агрегатов	235
Глава 17. Возможные неисправности ветроустановок и способы их устранения. Смазка ветродвигателей	242
Неисправности ветронасосных агрегатов	247
Неисправности рабочих машин	251
Смазка ветродвигателей	252
Глава 18. Опыт эксплуатации и технико-экономические показатели ветроагрегатов	263
Глава 19. Система обслуживания ветроагрегатов. Оплата труда машинистов	277
Система обслуживания	277
Оплата труда машинистов	279
Ведение технической документации	283
ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. РЕМОНТ ВЕТРОАГРЕГАТОВ	
Глава 20. Ремонт ветродвигателей, насосного и водоподъемного оборудования	284
Виды и периодичность ремонтов ветродвигателей	284
Краткие сведения по ремонту основных узлов ветродвигателей	285
Ремонт насосного и водоподъемного оборудования	295
Ремонт водоподъемной лебедки	298
Окраска ветродвигателей	299
Глава 21. Ремонт электрического оборудования ветроагрегатов	299
Ремонт генератора	300
Ремонт реле-регулятора и электрической аппаратуры	303
Ремонт аккумуляторной батареи	306
Глава 22. Изнашивающиеся детали ветроагрегатов. Запасные части и подшипники	308
ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. САМОДЕЛЬНЫЕ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ВЕТРОНАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ	
Глава 23. Самодельные ветроэлектрические агрегаты	321
Выбор генератора	321
Определение размеров и скорости вращения ветроколеса	328
Изготовление ветроколеса	329
Изготовление регулятора скорости вращения ветроколеса	336
Установка ветроколеса на ветер	342
Безредукторный ветроэлектрический агрегат Д-1,2	343
Глава 24. Самодельные ветронасосные агрегаты	349
Ветронасосная установка с поршневым насосом	349
Ветронасосный агрегат с диафрагменным насосом	354

Агрегат с инерционным водоподъемником	360
Ветроподъемник с ленточным водоподъемником	361

П р и л о ж е н и я:

1. Аэродинамические характеристики тихоходного восемнадцатипло- пастного (пунктирные линии) и быстроходного трехлопастного (сплошные) ветроколеса	366
2. Совмещенные характеристики движущих аэродинамических момен- тов (сплошные и штриховые линии) тихоходного ветроколеса и моментов сопротивления (штрихпунктирная линия) поршневого насоса	366
3. Характеристики нагрузки ленточного водоподъемника, совмещенные с движущими аэродинамическими моментами трехлопастного вет- роколеса ($D = 4$ м):	367
4. Схема движения воды при работе ленточного водоподъемника	367
5. Совмещенные характеристики аэродинамических движущих момен- тов ветроколеса ($D = 4$ м) и моментов сопротивления нагрузки	368
6. Совмещенные характеристики аэродинамических моментов ветроко- леса и нагрузки ветроэлектронасосного агрегата	368
7. Акт проверки комплектности ветроагрегата	369
8. Акт об окончании наладки ветроагрегата	370
9. Акт об аварии (поломке) ветроагрегата	371

<i>Л и т е р а т у р а</i>	372
--------------------------------------	-----

Шефтер Яков Иосифович
и Рождественский Иван Васильевич
ВЕТРОНАСОСНЫЕ И ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ. М., изд-во «Колос», 1967.
376 с.

УДК 641.37 : 621.548

Редактор Б. В. Косоротов. Художник М. З. Шлосберг. Художественный
редактор М. Д. Северина. Технический редактор Н. Н. Соколова.
Корректор Д. М. Малых

Сдано в набор 1/VII 1966 г. Подписано к печати 17/IV 1967 г. Т05906. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага типографская № 3. Печ. л. 23,5+1 вкладка. Уч.-изд. л. 23,51. Изд. № 3153.
Т. п. 1966 г. № 143. Тираж 4000 экз. Заказ № 457. Цена 81 коп.

Издательство «Колос», Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 1 «Печатный Двор»
имени А. М. Горького Главполнграфпрома Комитета по печати при Совете Министров
СССР, г. Ленинград, Гатчинская ул., 26.

Отпечатано с матриц в типографии им. Котлякова издательства «Финансы» Комитета
по печати при Совете Министров СССР. Ленинград, Садовая, 21. Заказ № 488.